

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Juraj Josić

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Davor Zvizdić, dipl. ing.

Student:

Juraj Josić

Zagreb, 2013.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu. Zahvaljujem se svom mentoru, prof. dr. sc. Davoru Zvizdiću na korisnim savjetima, ukazanoj pomoći i sugestijama prilikom izrade ovog rada. Zahvaljujem se i Alenu Jurišincu iz Laboratorija za procesna mjerenja, Fakulteta strojarstva i brodogradnje na njihovom strpljenju i stručnoj pomoći. Također se zahvaljujem i svima koji su mi na bilo koji način pomogli tijekom studija.

Juraj Josić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Juraj Josić** Mat. br.: 0035152363

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Projektiranje sustava upravljanja kvalitetom laboratorija za ispitivanje mjerila toplinske energije**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Design of quality management system for heat meter testing laboratory**

Opis zadatka:

Potrebno je projektirati sustav upravljanja kvalitetom laboratorija za ispitivanje mjerila toplinske energije sa nazivnim promjerima mjerila do DN 100 i sa godišnjim brojem od 1500 ispitivanih mjerila.

Potrebno je izraditi:

- Pregled tehničkih podloga i postojeće ispitne regulative koja se odnosi na mjerila toplinske energije i njihove dijelove (termometri, računske jedinice, mjerila protoka).
- Pregled osnovnih zahtjeva na sustav kvalitete prema normi HRN EN ISO/IEC 17020
- Opis postupaka ispitivanja računskih jedinica, umjeravanja i uparivanja ispitnih termometara i umjeravanja mjerila protoka gravimetrijskom metodom
- Prikazati shemu spajanja postojećeg sustava sa mjernim elementima kao i shemu protoka mjerila od njihove dopreme u laboratorij pa do odlaganja ispitanih mjerila.
- Projektirati glavne postupke za upravljanjem kvalitetom prema temeljnim zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17020 kao i potrebne priloge i popise.

Kao osnova za projektiranje sustav upravljanja kvalitetom koristiti će se postojeće mjerne linije na Fakultetu strojarstva i brodogradnje (FSB-LPM/LTE).

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

19. rujna 2013.

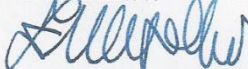
Rok predaje rada:

21. studenog 2013.

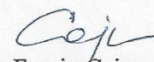
Predviđeni datum obrane:

27., 28. i 29. studenog 2013.

Zadatak zadao:


Prof. dr. sc. Davor Zvizdić

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Franjo Cajner

SADRŽAJ

SADRŽAJ.....	I
POPIS SLIKA.....	VI
POPIS TABLICA.....	VIII
SAŽETAK	IX
1. UVOD.....	1
1.1. Način rada.....	2
2. ZAKONSKA REGULATIVA.....	4
3. MJERILA TOPLINSKE ENERGIJE.....	6
3.1. Podsklopovi mjerila toplinske energije.....	6
3.1.1. Mjerilo protoka.....	6
3.1.2. Par mjerila temperature.....	7
3.1.3. Računska jedinica.....	8
3.2. Podjela mjerila toplinske energije.....	9
3.2.1. Cjelovito mjerilo toplinske energije.....	9
3.2.2. Sastavljeno mjerilo toplinske energije.....	10
3.2.3. Hibridno mjerilo toplinske energije.....	11
3.3. Tehničke značajke mjerila toplinske energije.....	11
3.3.1. Materijali i konstrukcija.....	11
3.3.2. Zahtjevi izvan graničnih vrijednosti protoka.....	12
3.3.3. Pokazni uređaj.....	12
3.3.4. Zaštita od zlouporabe.....	13
3.3.5. Mrežni napon.....	13
3.4. Mjerila temperature.....	14
3.4.1. Mehanička izvedba.....	14
3.4.2. Ovisnost otpora o temperaturi.....	17
3.4.3. Signalni vodovi.....	17
3.4.4. Mjerila temperature za dvožičnu metodu.....	18

3.4.5.	Mjerila temperature za četverožičnu metodu.....	18
3.4.6.	Vrijeme odziva mjerila temperature.....	19
3.4.7.	Druga mjerila temperature.....	19
3.5.	Mjerilo protoka.....	19
3.5.1.	Veličine i dimenzije.....	19
3.5.2.	Izlaz ispitnih signala.....	22
3.6.	Računska jedinica.....	23
3.6.1.	Mehaničke dimenzije računske jedinice za primjenu u domaćinstvima.....	23
3.6.2.	Stezaljke za signalne vodove.....	23
3.6.3.	Stezaljke mrežnog napajanja.....	24
3.6.4.	Baterije.....	24
3.6.5.	Dinamičko ponašanje.....	25
3.6.6.	Izlaz ispitnih signala.....	25
3.7.	Cjelovito mjerilo.....	25
3.8.	Međusobna komunikacija podsklopova.....	25
3.9.	Označivanje i zaštitne plombe.....	26
3.9.1.	Označavanje para mjerila temperature.....	26
3.9.2.	Označivanje mjerila protoka.....	26
3.9.3.	Označavanje računske jedinice.....	27
3.9.4.	Označavanje cjelovitog mjerila topline.....	28
3.9.5.	Zaštitne plombe.....	28
4.	DEFINICIJE I TERMINOLOGIJA.....	29
5.	ISPITIVANJE MJERILA TOPLINSKE ENERGIJE.....	32
5.1.	Mjerna nesigurnost ispitne opreme.....	32
5.2.	Mjeriteljske značajke (najveće dopuštene pogreške, NDP).....	32
5.2.1.	Najveće dopuštene relativne pogreške cjelovitog mjerila toplinske energije.....	33
5.2.2.	Najveća dopuštena relativna pogreška računske jedinice.....	34
5.2.3.	Najveća dopuštena relativna pogreška para mjerila temperature.....	34
5.2.4.	Najveće dopuštene relativne pogreške mjerila protoka.....	34

5.2.5. Primjena najvećih dopuštenih pogrešaka (NDO).....	35
5.3. Ponavljanje ispitivanja.....	35
5.4. Ispitivanje mjerila protoka.....	35
5.5. Ispitivanje para mjerila temperature.....	36
5.5.1. Pogreška razlike temperature.....	36
5.5.2. Otpor izolacije.....	37
5.6. Ispitivanje računske jedinice.....	37
5.7. Ispitivanje računske jedinice s parom mjerila temperature.....	37
5.8. Cjelovito mjerilo toplinske energije.....	38
5.9. Obavezna dokumentacija.....	38
5.10. Radni uvjeti.....	38
5.10.1. Klasa radnog okruženja.....	39
6. MJERNA NESIGURNOST.....	41
7. PROCEDURA UMJERAVANJA MJERILA TOPLINE.....	43
7.1. Uvodne radnje.....	43
7.2. Umjeravanje mjerila protoka.....	43
7.2.1. Ispitivanje.....	47
7.2.2. Računanje mjerne nesigurnosti.....	49
7.2.2. Računanje mjerne nesigurnosti.....	49
7.2.3. Primjer umjernog lista.....	49
7.3. Umjeravanje para mjerila temperature.....	51
7.3.1. Ispitivanje.....	53
7.3.2. Računanje mjerne nesigurnosti.....	54
7.3.3. Primjer umjernog lista.....	54
7.4. Umjeravanje računske jedinice.....	56
7.4.1. Ispitivanje.....	58
7.4.2. Računanje mjerne nesigurnosti.....	59
7.4.1. Primjer umjernog lista.....	60
7.5. Završne radnje.....	61

7.5.1. Računanje ukupne složene standardne mjerne nesigurnosti.....	61
8. Osnovni zahtjevi na sustav kvalitete i glavni postupci za upravljanje kvalitetom prema NORMI: HRN EN ISO/IEC 17020.....	63
8.1. OPĆI ZAHTJEVI I POSTUPCI.....	64
8.1.1. Nepristranost i neovisnost.....	64
8.2. Povjerljivost.....	65
9. STRUKTURNI ZAHTJEVI I POSTUPCI.....	66
9.1. Upravni zahtjevi.....	66
10. ZAHTJEVI NA RESURSE.....	67
10.1. Osoblje.....	67
10.2. Uređaji i oprema.....	69
10.3. Podugovaranje (outsourcing).....	71
11. ZAHTJEVI NA PROCES INSPEKCIJE.....	73
11.1. Metode i postupci inspekcije.....	73
11.2. Rukovanje inspekcijskim uzorcima i predmetima.....	74
11.3. Zapisi inspekcije.....	75
11.4. Inspekcijski izvještaji i inspekcijski certifikati.....	75
11.5. Prigovori i prizivi / žalbe.....	76
11.6. Proces prigovora i priziva / žalbi.....	76
12. ZAHTJEVI NA SUSTAV UPRAVLJANJA.....	78
12.1 Opcije.....	78
12.1.1. Općenito.....	78
12.1.2. Opcija A.....	78
12.1.3. Opcija B.....	78
12.2. Dokumentacija sustava upravljanja (Opcija A).....	79
12.3. Upravljanje dokumentacijom (opcija A).....	79
12.4. Upravljanje zapisima (opcija A).....	80
12.5. Upravina ocjena (opcija A).....	80
12.5.1. Općenito.....	80

12.5.2. Ulazni podaci.....	81
12.5.3. Izlazni podaci.....	81
12.6. Interni auditi (opcija A).....	81
12.7. Popravne radnje (opcija A).....	82
12.8. Preventivne radnje (opcija A).....	83
13. PROTOK MJERILA OD DOPREME DO ODLAGANJA.....	84
14. ZAKLJUČAK.....	86
LITERATURA.....	87
PRILOZI.....	89

POPIS SLIKA

Slika 1. Shema ugradnje mjerila toplinske energije	2
Slika 2. Primjeri mjerila toplinske energije	3
Slika 3. Mjerilo protoka	6
Slika 4. Par mjerila temperature.....	7
Slika 5. Računska jedinica.....	8
Slika 6. Cjelovito mjerilo toplinske energije.....	9
Slika 7. Sastavljeno mjerilo toplinske energije.....	10
Slika 8. Hibridno mjerilo toplinske energije.....	11
Slika 9. Mjerila temperature – tip DS.....	14
Slika 10. Mjerila temperature – tip DL.....	15
Slika 11. Mjerila temperature – tip PL.....	15
Slika 12. Temperaturna čahura.....	16
Slika 13. Prikaz dimenzija navojnih priključaka iz tablice 4.....	21
Slika 14. Dimenzije kućišta računske jedinice.....	23
Slika 15. Mjerne linije za ispitivanje mjerila protoka.....	44
Slika 16. Računala i mjerna linija kojom se njima upravlja.....	44
Slika 17. Ispitno mjesto mjerne linije za ispitivanje mjerila protoka.....	45
Slika 18. Shema mjerne linije za ispitivanje mjerila protoka.....	46
Slika 19. Mjerna linija za ispitivanje mjerila temperature.....	51
Slika 20. Shema mjerne linije za ispitivanje mjerila temperature.....	52
Slika 21. Termostatske kupke za ispitivanje mjerila temperature.....	52

Slika 22 .	Mjerna linija za ispitivanje računskih jedinica mjerila toplinske energije.....	57
Slika 23 .	Shema mjerne linije za ispitivanje računskih jedinica mjerila toplinske energije.....	58
Slika 24.	Shema protoka mjerila od njihove dopreme u laboratorij pa do odlaganja.....	85

POPIS TABLICA

Tablica 1. Standardne tolerancije dimenzija mjerila temperature.....	14
Tablica 2. Najveće dužine vodova za otporničke termometre Pt.100.....	18
Tablica 3. Dimenzije mjerila protoka.....	20
Tablica 4. Navojni priključci mjerila protoka.....	21
Tablica 5. Temperaturna područja ispitivanja.....	36
Tablica 6. Nazivni radni uvjeti.....	39
Tablica 7 . Izračun mjerne nesigurnosti pri ispitivanju mjerila protoka.....	49
Tablica 8. Umjerni list mjerila protoka.....	50
Tablica 9. Izračun mjerne nesigurnosti pri ispitivanju mjerila temperature.....	54
Tablica 10. Umjerni list para mjerila temperature.....	55
Tablica 11. Izračun mjerne nesigurnosti pri ispitivanju računske jedinice.....	59
Tablica 12. Umjerni list računske jedinice mjerila toplinske energije.....	60
Tablica 13. Izračun ukupne mjerne nesigurnosti pri ispitivanju mjerila topline.....	61

SAŽETAK

U diplomskom radu razrađuje se postupak ispitivanja mjerila toplinske energije zahtjeva te uspostavljanje sustava kvalitete prema ISO 17020 normi. Mjerila toplinske energije su uređaji koji mjere količinu toplinske energije, koju nosioc topline (najčešće voda), preuzme ili prenese u krugu za izmjenu topline, i istu prikazuju u zakonskim jedinicama.

U uvodnom poglavlju navedene su osnove što mjerila toplinske energije jesu i koji je njihov način rada.

U drugom poglavlju navedena je postojeća zakonska ispitna regulativa, koju čine Hrvatske norme, koje normiraju ispitni postupak i definiraju što sve moraju ispuniti mjerila toplinske energije, Pravilnik o mjeriteljskim zahtjevima za mjerila toplinske energije, te Naredba o ovjernim razdobljima za pojedina zakonita mjerila i načinu njihove primjene i o umjernim razdobljima za etalone koji se upotrebljavaju za ovjeravanje zakonitih mjerila.

Treće poglavlje donosi podjelu mjerila toplinske energije na: cjelovita, sastavljena i hibridna. Nabrojani su i detaljno opisani podsklopovi sastavljenog mjerila (par mjerila temperature, mjerilo protoka i računski jedinica). Prikazane su njihove osnovne karakteristike i konstrukcijski zahtjevi.

U četvrtom poglavlju su navedene definicije i terminologija koja se koristi u hrvatskim normama i ostaloj literaturi vezanoj uz mjerila toplinske energije i njihovo ispitivanje.

Peto poglavlje definira ispitni postupak kod ovjeravanja mjerila toplinske energije, namjena kojega je osiguranje da mjerila toplinske energije koja se puštaju u pogon odgovaraju odobrenom uzorku i propisima, tj. da imaju propisana mjeriteljska svojstva unutar granica najvećih dopuštenih pogrešaka kao i da ispravno funkcioniraju. Sve odredbe ispitivanja kod prvog ovjeravanja primjenjuju se i pri ispitivanju kod ponovljenog ovjeravanja.

Šesto poglavlje govori o teoriji koja se nalazi iza određivanja mjerne nesigurnosti.

U sedmom se poglavlju opisuje procedura ispitivanja mjerila toplinske energije na konkretnim mjernim linijama Laboratorija za toplinsku energiju na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Dan je i shematski prikaz mjernih linija, izračun mjerne nesigurnosti te prijedlozi umjernih listova.

Osmo poglavlje sadrži osnovne zahtjeve na sustav kvalitete i glavne postupke za upravljanje kvalitetom prema normi HRN EN ISO/IEC 17020 gdje su obrađeni opći zahtjevi i postupci sa osvrtnom na nepristranost i neovisnost te povjerljivost inspekcijskog tijela.

Deveto poglavlje sadrži strukturne zahtjeve i postupke koji se osvrću na upravne zahtjeve inspekcijskog tijela.

U desetom poglavlju se navode zahtjevi na resurse potrebne za optimalnu funkcionalnost inspekcijskog tijela koji uključuju zahtjeve na osoblje, uređaje i opremu i podugovaranje tj. Outsourcing.

Jedanaesto poglavlje se bavi zahtjevima na proces inspekcije u kojem su detaljnije opisane metode i postupci inspekcije, rukovanje uzorcima i predmetima, prigovori, prizivi i žalbe, te pripadajuću procesi vezani za rješavanje problema.

U dvanaestom poglavlju su navedeni zahtjevi na sustav upravljanja, potrebna dokumentacija i upravljanje istom.

Trinaesto, pretposljednje poglavlje sadržava shemu i objašnjenje toka mjerila od krajnjeg potrošača do laboratorija u oba smjera.

U posljednjem poglavlju u obliku zaključka je sumiran cjelokupni rad.

1. UVOD

Mjerila toplinske energije (kalorimetri) su uređaji koji služe za mjerenje potrošnje toplinske energije. Budući da se izmjerene vrijednosti koriste za naplatu utrošene energije u sustavima grijanja, normama i zakonskom regulativom su propisani zahtjevi za njihovo ispitivanje i umjeravanje kako bi se osiguralo da mjerila toplinske energije koja se puštaju u pogon odgovaraju odobrenom uzorku i propisima, tj. da imaju propisana mjeriteljska svojstva unutar granica najvećih dopuštenih pogrešaka kao i da ispravno funkcioniraju.

1.1. Način rada

Mjerila toplinske energije izračunavaju koliko je energije nosioc topline (najčešće voda) predao prolaskom kroz krug za izmjenu topline - za koliko mu se smanjila entalpija. Protokomjeri mjerila toplinske energije se ugrađuju na povratni vod razvodnog cjevovoda. Na polazni i povratni vod ugrađuju se temperaturni osjetnici. Računska jedinica prima zapreminske impulse od mjerila protoka i mjerne signale od temperaturnih osjetnika u polaznoj i povratnoj cijevi te na osnovu tih ulaznih podataka izračunava utrošenu energiju prema izrazu:

$$Q = \int_{V_0}^{V_i} k \Delta \Theta dV$$



Slika 1. Shema ugradnje mjerila toplinske energije

U hrvatskoj su u upotrebi mjerila toplinske energije raznih proizvođača, a među kojima su najčešći Danfoss, Kamstrup i Siemens. Primjeri mjerila toplinske energije mogu se vidjeti na slici 2. na slijedećoj stranici.



Slika 2. Primjeri mjerila toplinske energije

2. ZAKONSKA REGULATIVA

Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo pripremio je, na temelju članka 9. Zakona o normizaciji („Narodne novine“, br. 55/96), hrvatske norme **HRN EN 1434-1:1998** do **HRN EN 1434-6:1998** prihvativši europske norme **EN 1434-1:1997** do **EN 1434-6:1997** bez ikakvih preinaka. Tu europsku normu je prihvatio Europski odbor za normizaciju CEN (Comité Européen de Normalisation) 27. 01. 1997. godine i postoji u tri službene verzije:

- a) Heat meters, (EN 1434:1997)
- b) Compteurs d'énergie thermique, (EN 1434:1997)
- c) Wärmemähler, (EN 1434:1997)

Norma je podijeljena u šest dijelova:

- a) **1434-1: Opći zahtjevi** – definiraju se vrste mjerila toplinske energije, definicije i simboli koji se koriste, nazivni radni uvjeti, tehničke i mjeriteljske značajke.
- b) **1434-2: Konstrukcijski zahtjevi** – dio norme koji definira što sve moraju ispuniti mjerila toplinske energije u pogledu konstrukcijskih zahtjeva.
- c) **1434-3: Razmjena podataka i sučelja** – normira komunikaciju mjerila toplinske energije, međusobno za podsklopove te s ostalim dijelovima mjernog sustava.
- d) **1434-4: Ispitivanje kod odobravanja tipa** – normira kako se treba obaviti ispitivanje mjerila toplinske energije kod odobravanja tipa.
- e) **1434-5: Ispitivanje kod prvog ovjeravanja** – normira postupke ispitivanja kod prvog i ponovljenog ovjeravanja.
- f) **1434-6: Ugradba, preuzimanje, nadzor u radu i održavanje mjerila toplinske energije** – nakon što je mjerilo toplinske energije ispunilo sve uvjete prethodnih normi, ugrađuje se u mjerni sustav, pridržavajući se uputa ovog dijela norme.

Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, na temelju članka 22. Zakona o mjeriteljskoj djelatnosti („Narodne novine“ br. 11/94) donio je Pravilnik o mjeriteljskim zahtjevima za mjerila toplinske energije („Narodne novine“, br. 25/00), kojim se propisuju mjeriteljski zahtjevi koje moraju zadovoljavati mjerila toplinske energije, tipno ispitivanje i ovjeravanje mjerila toplinske energije, a u skladu s hrvatskim normama HRN EN 1434-

1:1998 do HRN EN 1434-6:1998.

Državni zavod za mjeriteljstvo, na temelju članka 21. stavka 5. i članka 28. stavka 3. Zakona o mjeriteljstvu („Narodne novine“, br. 163/03), donio je i Naredbu o ovjernim razdobljima za pojedina zakonita mjerila i načinu njihove primjene i o umjernim razdobljima za etalone koji se upotrebljavaju za ovjeravanje zakonitih mjerila („Narodne novine“, br. 47/05), u kojoj je određeno ovjerno razdoblje za mjerila toplinske energije 3 godine, odnosno 5 godina za mjerila toplinske energije s ultrazvučnim mjerilom protoka.

3. MJERILA TOPLINSKE ENERGIJE

Mjerila toplinske energije su uređaji za mjerenje količine topline koju tekućina – nazvana nosiocem topline – preuzme ili prenese u krug za izmjenu topline. Mjerila toplinske energije pokazuje količinu topline u zakonskim jedinicama.

3.1. Podsklopovi mjerila toplinske energije

Podsklopovi mjerila toplinske energije su mjerilo protoka, par mjerila temperature i računska jedinica ili njihova kombinacija.

3.1.1. Mjerilo protoka

Mjerilo protoka (protokomjer) je podsklop kroz koji protječe nosilac topline u povratu kruga za izmjenu topline, koji daje signal ovisan o volumenu ili masi tj. volumnom ili masenom protoku.



Slika 3. Mjerilo protoka

3.1.2. Par mjerila temperature

Par mjerila temperature su podsklop za ugradnju bez ili sa zaštitnom čahurom, koji mjeri temperature tekućeg nosioca topline u polazu i povratu kruga za izmjenu topline.



Slika 4. Par mjerila temperature

3.1.3. Računska jedinica

Računska jedinica je podsklop koji prima signale iz mjerila protoka i oba mjerila temperature te izračunava i pokazuje količinu predane topline.



Slika 5. Računska jedinica

3.2. Podjela mjerila toplinske energije

Mjerila toplinske energije dijele se na cjelovita, sastavljena i hibridna mjerila.

3.2.1. Cjelovito mjerilo toplinske energije

Cjelovito mjerilo toplinske energije je mjerilo toplinske energije koje nema odvojive podsklopove. Mjerilo protoka, par mjerila temperature i računska jedinica čine jednu cjelinu koju nije moguće razdvojiti na podsklopove.



Slika 6. Cjelovito mjerilo toplinske energije

3.2.2. *Sastavljeno mjerilo toplinske energije*

Sastavljeno mjerilo toplinske energije je mjerilo toplinske energije koje ima odvojive podsklopove. Mjerilo protoka, par mjerila temperature i računska jedinica su svi međusobno odvojivi podsklopovi li je barem jedan od tih podsklopova odvojiv od ostatka mjerila.



Slika 7.Sastavljeno mjerilo toplinske energije.

3.2.3. Hibridno mjerilo toplinske energije

Hibridno mjerilo toplinske energije (često se naziva i "kompaktno") je mjerilo toplinske energije koje se za potrebe tipnog odobravanja i ovjeravanja može smatrati sastavljenim mjerilom, ali za koje se, nakon ovjere, njegovi podsklopovi smatraju neodvojivima.



Slika 8. Hibridno mjerilo toplinske energije

3.3. Tehničke značajke mjerila toplinske energije

3.3.1. Materijali i konstrukcija

Svi sastavni dijelovi mjerila toplinske energije moraju biti pouzdano izvedeni od materijala postojanih na različite vrste korozije i trošenja do kojih dolazi pri uobičajenim radnim uvjetima, posebno uslijed nečistoća u nosiocu topline. Osim toga, ispravno ugrađena mjerila toplinske energije moraju moći podnijeti uobičajene vanjske utjecaje. Mjerila u svim

okolnostima moraju bez neispravnosti podnijeti najveći dopušteni tlak pri najvećoj dopuštenoj temperaturi za koju su izvedeni. Proizvođač mjerila toplinske energije mora navesti svako ograničenje glede ugradbe mjerila toplinske energije i njegove orijentacije u odnosu na okomicu. Kućište mjerila toplinske energije mora štititi unutarnje dijelove od ulaska vode i prašine. Najmanji oblici zaštite kućišta moraju biti IP54 za kućišta koja se ugrađuju u cjevovod i IP52 za druga kućišta, a prema definiciji u IEC 1010-1. Mjerila toplinske energije mogu se opremiti sučeljima za priključak dodatnih naprava. Takvi priključci ne smiju mijenjati mjeriteljska svojstva mjerila toplinske energije. Najveći pad tlaka kod trajnog protoka q_p ne smije prijeći 0,25 bar, osim kada mjerilo toplinske energije sadrži regulator protoka ili djeluje i kao naprava za redukciju tlaka.

3.3.2. *Zahtjevi izvan graničnih vrijednosti protoka*

Kad je prava vrijednost protoka manja od vrijednosti praga koju je naveo proizvođač, nije dopušteno registriranje protoka. Proticanje kroz "nazivno" zatvoren ventil, a niti gibanje tekućine u cijevi iza zatvorenog ventila izazvano toplinskim širenjem ili skupljanjem tekućine, mjerilo toplinske energije ne bi trebalo registrirati. Za protoke iznad q_s proizvođač mora navesti ponašanje mjerila, npr. nepoželjni ili početni signal. Protoci iznad q_s ne smiju dovesti do pozitivne pogreške veće od 10%.

3.3.3. *Pokazni uređaj*

Količina topline mora se pokazivati u džulima, vatsatima ili u njihovim dekadskim višekratnicima. Naziv ili simbol jedinice u kojoj se pokazuje količina topline mora biti naveden blizu znamenaka pokaznog uređaja. Pokazni uređaj mora imati brojčanu ili djelomično brojčanu skalu. Mjerila toplinske energije moraju biti izvedena tako da se, u slučaju kvara vanjskog napajanja (mreža ili vanjsko istosmjerno napajanje), ne izgubi pokazivanje energije u trenutku kvara i da to pokazivanje ostane dostupno najmanje jednu godinu. Time se ne osigurava sposobnost mjerila toplinske energije da u slučaju kvara napajanja obvezatno nastavi registrirati potrošenu toplinsku energiju. Pokazni uređaj mora osigurati jednostavno očitavanje te pouzdano i nedvosmisleno pokazivanje. Stvarna ili

prividna visina znamenki pokaznog uređaja za prikaz energije ne smije biti manja od 4mm. Znamenke koje pokazuju dekadске dijelove jedinice moraju od drugih znamenki biti odijeljene zarezom ili točkom. Pored toga, znamenke koje pokazuju dekadске dijelove jedinice energije moraju se moći jasno razlikovati od drugih znamenki. Kod pokaznih uređaja s kotačićima, promjena znamenke određenog mjesta mora se izvršiti tijekom promjene znamenke prvog nižeg mjesta 9 u 0. Posljednji kotačić sa znamenkama može se pomicati stalno, a vidljivo pomicanje tada mora biti odozdo prema gore. Pokazni uređaj, koji pokazuje količinu topline, mora bez prekoračenja moći registrirati količinu topline, najmanje jednaku prijenosu energije koji odgovara stalnom radu mjerila toplinske energije tijekom 3000 sati na gornjoj granici toplinske snage, P_s , mjerila toplinske energije. Količina topline, mjerena mjerilom toplinske energije koje tijekom jednog sata radi na gornjoj granici toplinske snage, mora odgovarati najmanje jednoj znamenici najnižeg decimalnog mjesta pokaznog uređaja.

3.3.4. *Zaštita od zlouporabe*

Mjerila toplinske energije moraju imati zaštitne naprave koje se mogu plombirati tako da nakon plombiranja, kako prije tako i nakon ispravne ugradbe mjerila toplinske energije, ne postoji mogućnost rastavljanja, skidanja ili promjene značajki mjerila toplinske energije ili njegovih naprava za ugađanje bez vidljivog oštećenja naprave (naprava) ili plombe (plombi).

Kod mjerila s vanjskim napajanjem, moraju se poduzeti mjere zaštite od odvajanja mjerila od napajanja ili mjere koje će u slučaju takvog odvajanja pokazati da je ono izvršeno. Na primjer ugradbom naprave za pokazivanje broja radnih sati u kućište mjerila, omogućuje se provjera da li je mjerilo bilo odvojeno od napajanja.

3.3.5. *Mrežni napon*

Kod mjerila toplinske energije koja se napajaju iz mreže nazivni napon mrežnog napajanja U_n mora biti 230 V +10% / -15%

3.4. Mjerila temperature

Podsklop mjerila temperature mora biti načinjen od platinskih otporničkih termometara koji su spareni. Druge vrste parova mjerila temperature smiju se upotrebljavati, kada je podsklop mjerila temperature i računske jedinice neodvojivo povezan. Proizvođač mora navesti podatak najvećeg

dopuštenog radnog tlaka. Ako tolerancije dimenzija mjerila temperature nisu navedene, primjenjuju se vrijednosti iz tablice 1.

Tablica 1. Standardne tolerancije dimenzija mjerila temperature

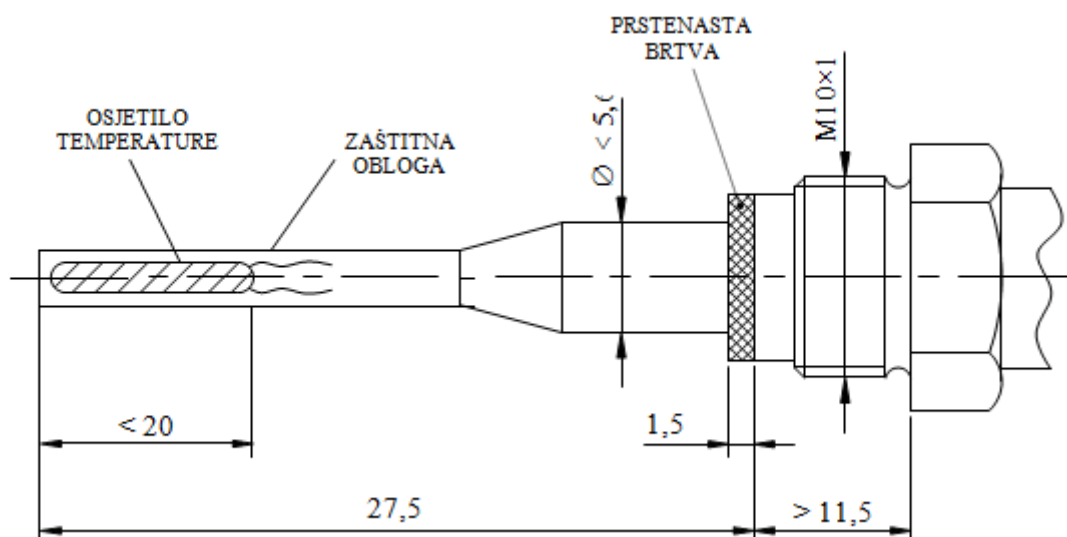
Dimenzija [mm]	0,5 do 3	Preko 3 do 6	Preko 6 do 30	Preko 30 do 120	Preko 120 do 400
Tolerancija [mm]	$\pm 0,2$	0,3	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$

3.4.1. Mehanička izvedba

Za veličine cijevi do i uključivo DN 250 normirana su 3 različita mjerila temperature:

a) Tip DS kratka mjerila za izravnu ugradbu

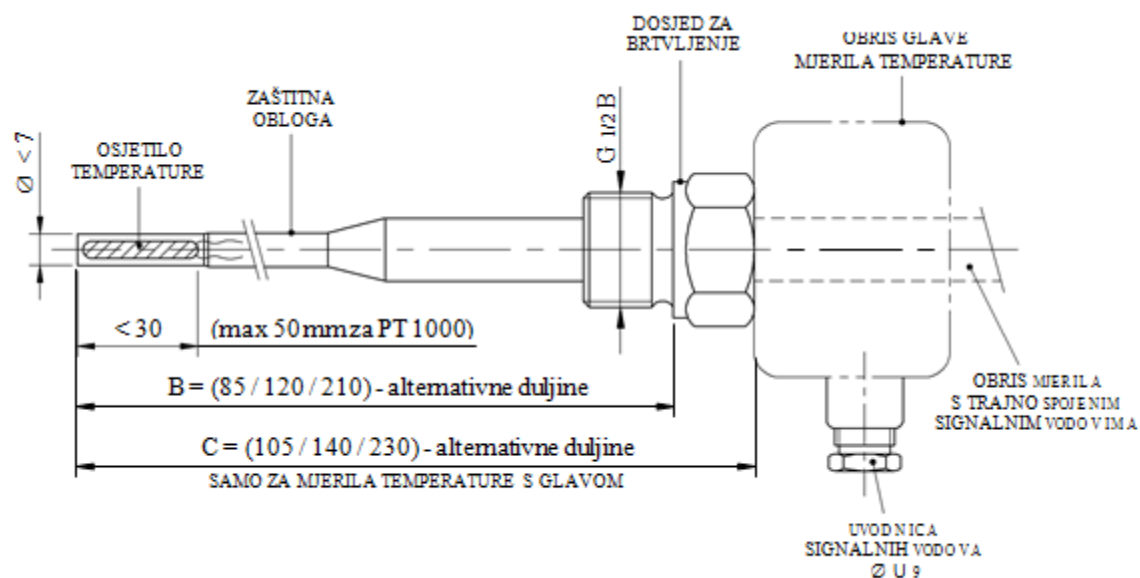
Dimenzije moraju biti prema slici 9.



Slika 9. Mjerila temperature – tip DS

b) Tip DL duga mjerila za izravnu ugradbu

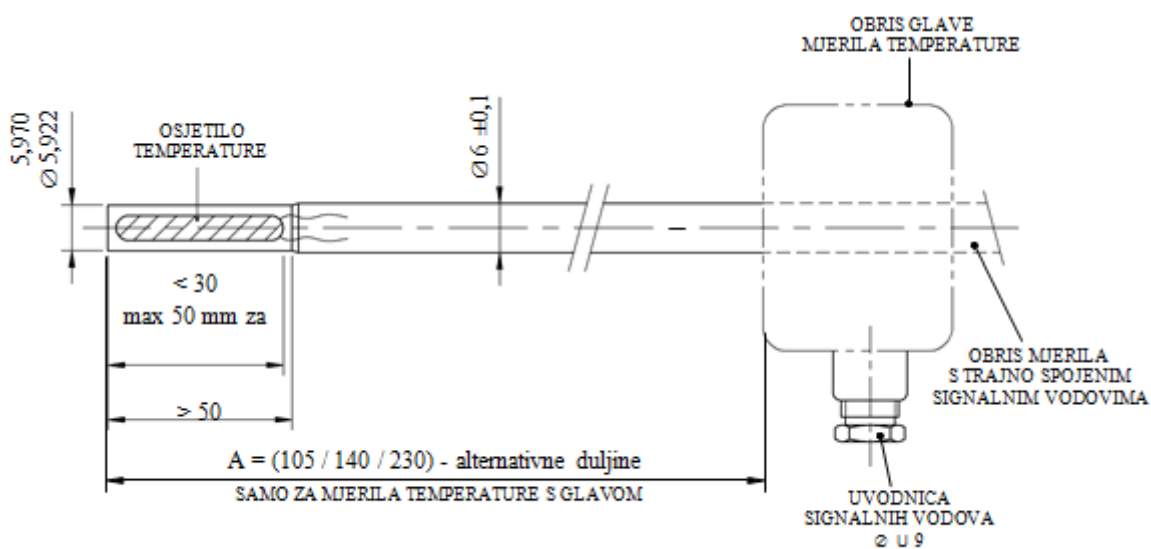
Dimenzije moraju biti prema slici 10.



Slika 10. Mjerila temperature – tip DL

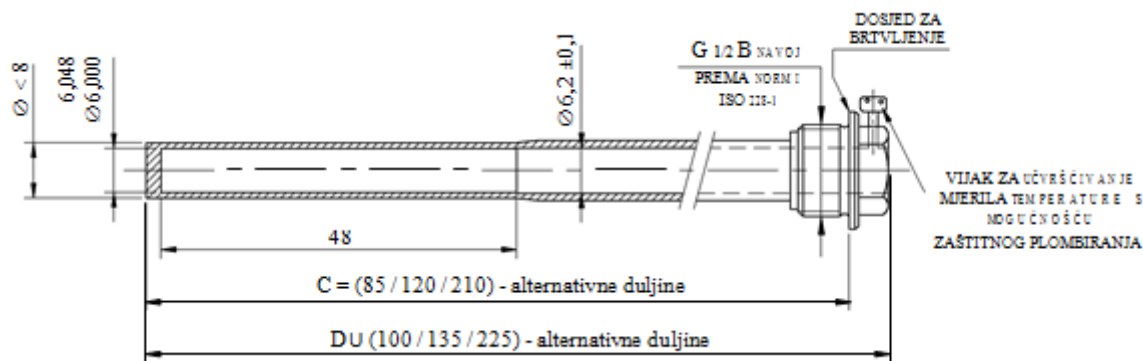
c) Tip PL duga mjerila za ugradbu u čahuru

Dimenzije moraju biti prema slici 11.



Slika 11. Mjerila temperature – tip PL

Tipovi PL i DL mogu biti ili mjerila s glavom ili mogu imati trajno spojene vodove signala. Tip DS mora imati trajno spojene samo vodove signala. Temperaturna čahura i zaštitni oklop izravno ugrađenih mjerila temperature moraju biti od materijala koji ima neophodnu čvrstoću i postojanost na koroziju, a ima i potrebnu toplinsku vodljivost. Izgled i dimenzije temperaturne čahure prikazani su na slici 12.



Slika 12. Temperaturna čahura.

Prikladnim materijalom pokazao se materijal EN 10088-3 – X6 Cr Ni Mo Ti 17 12 2.

Temperaturna čahura je predviđena samo za primjenu s temperaturnim mjerilima tipa PL. Izvedena je tako, da se može umetnuti kroz stjenku cijevi na koju je izvana tvrdo zalemljen ili zavaren normiran izdanak i samo s obzirom na to zamjenjiva je s izravno urađenim dugim mjerilom odgovarajuće dužine umetanja. Kratka mjerila temperature moraju se ugraditi okomito na smjer strujanja i s osjetnim elementom umetnutim najmanje do središta cijevi. Za unutarnje tlakove do PN 16 mjerilo temperature se mora izvesti tako, da pristaje cijevnoj armaturi. Duga mjerila temperature se moraju ugraditi s osjetnim elementom umetnutim najmanje do središta cijevi. Mjerilo temperature se mora izvesti tako da pristaje ovim vrstama ugradbe (za unutarnje tlakove do PN 16):

- a) za cijev \leq DN 50, ugrađen s vrhom usmjerenim suprotno od smjera strujanja u koljenu pomoću zarenog izdanka
- b) za cijev \leq DN 50, ugrađen pod kutem od 45° u odnosu na smjer strujanja s vrhom usmjerenim suprotno od smjera strujanja pomoću zarenog izdanka

c) za cijev DN 65 do DN 250, ugrađen okomito na smjer strujanja i to pomoću zavarenog izdanka.

3.4.2. Ovisnost otpora o temperaturi

Međuvrijednosti platinskog otporničkog termometra mjerila toplinske energije određuju se pomoću formule iz norme EN 60751:

$$R_1 = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

Pri čemu su:

R1 vrijednost otpora pri temperaturi t u Ω (bez otpora kabela)

R0 vrijednost otpora pri temperaturi $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ u Ω (osnovna vrijednost, bez otpora kabela)

A je $3,9083 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

B je $-5,775 \times 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$

Umjeravanje mjerila temperature mora biti sljedivo do nacionalnog etalona temperature. Smatra se da su nacionalni etaloni temperature uspostavljeni u skladu sa ITS-90 – Međunarodnom temperaturnom skalom 1990.

3.4.3. Signalni vodovi

Za signalne vodove mogu se upotrebljavati savitljivi vodovi ili, u slučaju mjerila s glavom, puni vodiči. Kad se upotrebljavaju savitljivi vodovi, krajevi vodiča se moraju izvesti uredno (npr. pomoću stopica). Na krajeve vodiča nije dopušteno nanositi sloj lema radi sprečavanja rasplitanja.

Samo u slučaju nezamjenjivih mjerila temperature dopušta se lemnj spoj signalnog voda mjerila temperature s računskom jedinicom. Kod oklopljenih kabela za mjerila temperature zabranjeno je spojiti oklop kabela sa zaštitnim oklopom mjerila temperature.

3.4.4. Mjerila temperature za dvožičnu metodu.

Duljina i presjek signalnih vodova sparenih otporničkih termometara, izvedenih kao odvojivi podsklopovi, moraju biti jednaki. Duljina signalnog voda kojeg je proizvođač isporučio ne smije se mijenjati.

Duljina vodova otporničkih termometara mora biti unutar vrijednosti iz tablice 2

Tablica 2. Najveće dužine vodova za otporničke termometre Pt 100

Presjek vodiča [mm ²]	Maks. dužina Pt 100 [m]
0,22	2,5
0,50	5,0
0,75	7,5
1,50	15,0

Za mjerila većeg otpora, granična se vrijednost može srazmjerno povećati. Vrijednosti iz tablice 2. dobivene su na temelju pretpostavke da razlika temperature vodova ne prelazi trećinu temperaturne razlika polazne i povratne cijevi. Zatim je, za svaki presjek vodiča, izračunata najveća dopuštena duljina pri čemu se polazilo od toga da najveća nastala pogreška ne smije biti veća od 0,2 puta najveće dopuštene pogreške para mjerila temperature, pri čemu se upotrebljavalo poznavanje različitih vodiča polaza i povrata. Utjecaj duljine signalnog voda može se zanemariti ako ukupni otpor vodova za osjetilo temperature Pt 100 ne prelazi $2 \times 0,2 \Omega$.

3.4.5. Mjerila temperature za četverožičnu metodu

Ako se ne može udovoljiti zahtjevima navedenim za mjerila temperature za dvožičnu metodu, mora se primijeniti četverožična metoda spajanja. Priključci se moraju moći jasno prepoznati, tako da ih se ne može zamijeniti. Za mjerila temperature s glavom preporučuje se presjek od 0,5 mm², a za mjerila s kabelom preporučuje se najmanji presjek od 0,14 mm².

3.4.6. Vrijeme odziva mjerila temperature

Vrijeme odziva mjerila temperature je vremenski odsječak od trenutka kad dođe do navedene nagle promjene protoka ili razlike temperatura do trenutka kada odziv dosegne 50% krajnje vrijednosti.

Proizvođač mora navesti vrijeme odziva mjerila temperature $T_{0,5}$.

3.4.7. Druga mjerila temperature

Dopušteni su i drugi tipovi mjerila temperature, ali oni moraju biti ispitani kao dio računske jedinice. U tom se slučaju kombinacija podsklopa računske jedinice i para mjerila temperature smatra neodvojivim.

3.5. Mjerilo protoka

Mjerilo protoka (protokomjer) je podsklop kroz koji protječe nosilac topline u povratu kruga za izmjenu topline, koji daje signal ovisan o volumenu ili masi tj. volumnom ili masenom protoku. Proizvođač mora navesti najveći dopušteni radni tlak.

3.5.1. Veličine i dimenzije

Mjerilo protoka određeno je ili veličinom navojnih priključaka, ili nazivnim promjerom priрубnice. Za svaku veličinu mjerila protoka postoji odgovarajuća vrijednost trajnog protoka q_p i skup dužina prema tablicama 3 i 4. Vrijednosti iz tablice 3 vrijede za navojni priključak i/ili priрубnicu i za ukupne dužine. Mjerila protoka nisu normirana za veličine preko DN 250.

Tablica 3. Dimenzije mjerila protoka

	Preporučeno			Prihvatljivo			Prihvatljivo	
q_p m^3/h	Ukupna dužina [mm]	Navojni priključci	Prirub -nica DN	Ukupna dužina [mm]	Navojni priključci	Prirub -nica DN	Ukupna dužina [mm]	Navojni priključci
0,6	110	G $\frac{3}{4}$ B	15	190	G 1 B	20		
1,0	130	G $\frac{3}{4}$ B	15	190	G 1 B	20	110	G $\frac{3}{4}$ B
1,5	165	G $\frac{3}{4}$ B	15	190	G 1 B	20	110	G $\frac{3}{4}$ B
2,5	190	G 1 B	20				130	G 1 B
3,5	260	G 1 $\frac{1}{4}$ B	25					
6,0	260	G 1 $\frac{1}{2}$ B	32	260	G 1 $\frac{1}{4}$ B	25		
10	300	G 2 B	40					
15	300		50	270		50		
25	300		65					
40	350		80	300		80		
60	350		100	360		100		
100	350		125					
150	500		150					
250	500		200					
400	600		250					

Radi postizanja potrebne dužine mogu se dodati prilagodni elementi.

Za $q_p \geq 10 m^3/h$ smije se umjesto preporučene dužine usvojiti veća ili manja dužina.

Tolerancije na ukupnu dužinu su:

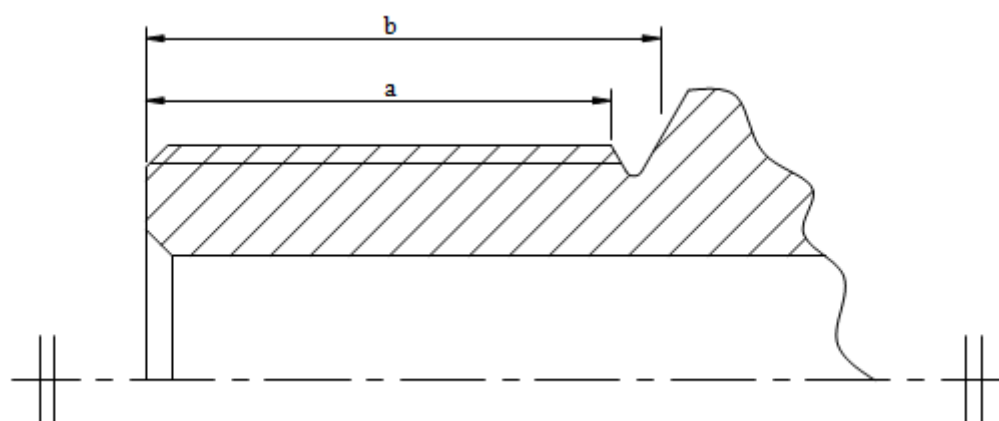
Do 300 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix} mm$

Od 350 do 600 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -3 \end{matrix} mm$

Minimalne dimenzije navojnih priključaka navedene su u tablici 4. Navoji moraju biti u skladu s normom ISO 228–1 . Dimenzije a i b su definirane na slici 13.

Tablica 4. Navojni priključci mjerila protoka

Navoj	a	b
G $\frac{3}{4}$ B	10	12
G 1 B	12	14
G 1 $\frac{1}{4}$ B	12	16
G 1 $\frac{1}{2}$ B	13	18
G 2 B	13	20



Slika 13. Prikaz dimenzija navojnih priključaka iz tablice 4.

Kod priključaka prirubnicom, prirubnice moraju biti u skladu s normom ISO 7005–1, 7005–2 i 7005–3 (ovisno koja norma odgovara), za nazivni tlak koji odgovara nazivnom tlaku mjerila protoka.

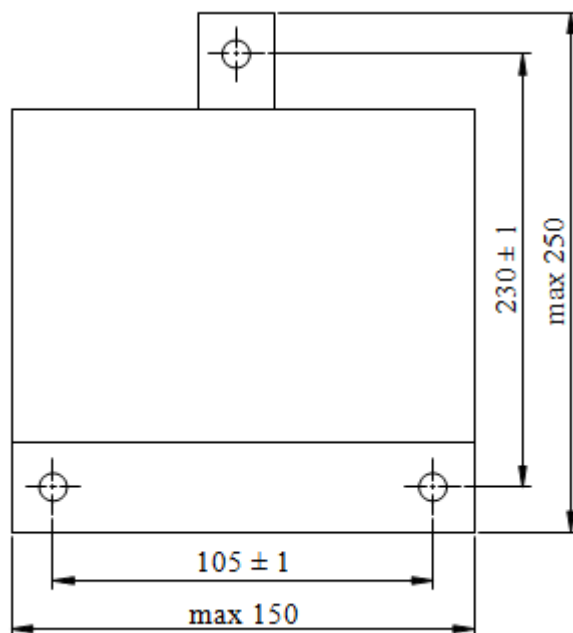
3.5.2. Izlaz ispitnih signala

Za potrebe ispitivanja potrebno je primijeniti impulse visokog razlučivanja pomoću adaptera, ili primijeniti podatke iz serijskog sučelja prema normi HRN EN 1434-3:1998 pomoću adaptera (ako je potreban). Moć razlučivanja tih ispitnih izlaza mora biti takva, da pri ispitivanju s donjom granicom protoka q_i , mjerna pogreška nastala uslijed broja impulsa ne bude veća od 0,8% i da se ne prekorači ispitno vrijeme od 1 sat za veličine trajnog protoka $q_p < 10 \text{ m}^3/\text{h}$, odnosno 1,5 sat za veličine $q_p \geq 10 \text{ m}^3/\text{h}$. Donja granica protoka q_i predstavlja najmanji protok pri kojem se zahtijeva da mjerilo toplinske energije radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka. Trajni protok q_p je najveći protok pri kojem se zahtijeva da mjerilo toplinske energije trajno radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka. Proizvođač mora navesti nazivnu ovisnost između odaslanog signala i mjerene veličine. Mjerilo protoka može se opremiti napravom za namještanje, koja omogućuje ispravku odnosa pokazane i istinite vrijednosti.

3.6. Računska jedinica

3.6.1. Mehaničke dimenzije računске jedinice za primjenu u domaćinstvima

Kućište računске jedinice predviđene za ugradbu na zid mora imati dimenzije jednake ili manje od dimenzija (u mm) prikazanih na slici 14.



Slika 14. Dimenzije kućišta računске jedinice

Ako je kućište dovoljno veliko, razmak središta rupa mora biti prema slici 14. Ako je kućište manje, mora se isporučiti prilagodna ploča.

3.6.2. Stezaljke za signalne vodove

Stezaljke za signalne vodove moraju udovoljavati ovim zahtjevima:

- a) Najveći presjek kabela 1,5 mm²
- b) Razmak stezaljki 5 mm

- c) Prikladnost primjene za savitljive vodove
- d) Prijelazni otpor stezaljki za dvožično Pt 100 osjetilo temperature mora biti $\leq 5 \text{ m}\Omega$.

Promjena prijelaznog otpora stezaljki s vremenom mora biti $< 5 \text{ m}\Omega$.

Pravila obrojčivanja stezaljki:

- a) Više stezaljki smije biti označeno istim brojem ako su one električno spojene (npr. spajanje oklopa kabela mjerila temperature)
- b) Stezaljke i njihovi brojevi smiju se ispustiti ako nema pripadnih signala
- c) Za signale različite od opisanih, moraju se upotrebljavati stezaljke od broja 50 na više

Zaštitni oklop oklopljenog kabela smije se spojiti na priključnu ploču i kako bi se spriječilo oštećenje kabela pri potezanju, ukoliko je upotrebljeni kabel za to prikladan.

Mora se predvidjeti dvije ili (poželjno) tri stezaljke mrežnog napajanja prikladne za savitljive vodiče presjeka do $2,5 \text{ mm}^2$. Smije se primijeniti i trajno spojene vodove.

3.6.3. Stezaljke mrežnog napajanja

Stezaljke mrežnog napajanja se označuju simbolom uzemljenja te oznakama 'N' i 'L'. Ako nije potreban podatak o polaritetu, 'N' i 'L' se mogu zamijeniti normiranim simbolima za mrežni priključak.

Zaštitni oklop oklopljenog kabela smije se spojiti na priključnu ploču u svrhu uzemljenja te kako bi se spriječilo oštećenje kabela pri potezanju, ukoliko je upotrebljeni kabel za to prikladan.

3.6.4. Baterije

Ako mjerilo toplinske energije ima zamjenjive baterije, mora biti moguća njihova zamjena, a da se pri tome ne oštete zaštitni žigovi. Proizvođač mora navesti vijek trajanja baterija.

3.6.5. Dinamičko ponašanje

Proizvođač mora navesti ovisnost mjerenja temperature i integracije o signalu mjerila protoka i vremenu.

3.6.6. Izlaz ispitnih signala

Za potrebe ispitivanja potreban je visoko razlučiv signal energije. Razlučivanje mora biti dovoljno visoko, kako bi se pri ispitivanju na donjoj granici temperaturne razlike i/ili protoka, dodatna mjerna pogreška, nastala uslijed razlučivanja signala toplinske energije mogla smatrati zanemarivom. Proizvođač mora navesti nazivnu ovisnost između signala visokog razlučivanja i očitavanja energije. Gore navedeni signal za energiju mora biti raspoloživ izravno na stezaljki računске jedinice ili na stezaljki ispitnog adaptera. Ispitni signali moraju biti ili impulsi definirane vrijednosti prirasta impulsa za određeno povećanje energije ili posebno definirani izlaz podataka ili prikaz (display) odgovarajuće visokog razlučivanja.

3.7. Cjelovito mjerilo

Primjenjuju se zahtjevi navedeni u točkama 3.4 do 3.6, gdje je to prikladno. Mjerilo mora imati ispitni izlaz, čije razlučivanje osigurava da pogreška očitavanja ne prijeđe 0,5% pri ispitivanju u trajanju od 2 sata. Priključak naprave za uzorkovanje ispitnog izlaza ne smije utjecati na točnost mjerila toplinske energije. Za potrebe ispitivanja pokazni uređaj smije imati skalu visokog razlučivanja namijenjenu ispitivanju, uz uvjet da bude udovoljeno zahtjevima za razlučivanje iz prethodnog stavka. Podrazumijeva se da pogreška očitavanja neće, ni za jedno očitavanje brojila, prijeći polovicu najmanjeg dijela skale ili da, kod digitalnog prikaza, ne može prijeći 0,99 najmanje značajne znamenke.

3.8. Međusobna komunikacija podsklopova

Proizvođač mora jasno definirati vrstu signala između računске jedinice, mjerila temperature i mjerila protoka.

3.9. Označivanje i zaštitne plombe

Moraju se predvidjeti mjesta za oznake (npr. Službeni ovjerni žig-naljepnicu ili ovjernu plombu) koje treba postaviti na onaj dio cjelovitog mjerila toplinske energije, koji pokazuje količinu toplinske energije, ili na svaki podsklop sastavljenog mjerila. Svi dijelovi mjerila toplinske energije koji se nakon ovjeravanja mogu odvojiti, moraju imati mjesta za stavljanje oznake tipa mjerila. Raspored mjesta za postavljanje oznaka mora biti takav da one nakon postavljanja budu jasno vidljive.

3.9.1. Označavanje para mjerila temperature

Na glavi mjerila temperature, ili na zasebnoj pločici, zaštićenoj od skidanja zaštitnom plombom, ovi podaci moraju biti čitljivi i neizbrisivi:

- a) Naziv proizvođača ili njegov zaštitni znak
- b) Tip, uključivo oznake Pt (npr. Pt 100), godina proizvodnje i serijski broj
- c) Granice temperaturnog opsega (Θ_{\min} i Θ_{\max})
- d) Granice temperaturne razlike ($\Delta\Theta_{\min}$ i $\Delta\Theta_{\max}$)
- e) Najveći dopušteni radni tlak
- f) Ako je potrebno, oznaka za razlikovanje mjerila temperature u polazu i povratu kruga za izmjenu topline.

3.9.2. Označivanje mjerila protoka

Na mjerilu protoka, ili na zasebnoj pločici, zaštićenoj od skidanja zaštitnom plombom, ovi podaci moraju biti čitljivi i neizbrisivi:

- a) Naziv proizvođača ili njegov zaštitni znak
- b) Tip, godina proizvodnje i serijski broj

- c) Faktor mjerila
- d) Granice temperaturnog opsega (Θ_{\min} i Θ_{\max})
- e) Granične vrijednosti protoka (q_i , q_p , i q_s)
- f) Jedna ili dvije strelice za označivanje smjera strujanja
- g) Najveći dopušteni radni tlak
- h) Razred točnosti
- i) Razred radnog okruženja
- j) Tekućina za prijenos topline, ako nije voda

3.9.3. Označavanje računske jedinice

Na kućištu ili na zasebnoj pločici, zaštićenoj od skidanja zaštitnom plombom, ovi podaci moraju biti čitljivi i neizbrisivi:

- a) Naziv proizvođača ili njegov zaštitni znak b) Tip, godina proizvodnje i serijski broj
- c) Tip mjerila temperature (npr. Pt 100, Pt 500)
- d) Granice temperaturnog opsega (Θ_{\min} i Θ_{\max})
- e) Granice temperaturne razlike ($\Delta\Theta_{\min}$ i $\Delta\Theta_{\max}$)
- f) Faktor mjerila za mjerilo protoka
- g) Naznaka da li mjerilo protoka mora raditi na temperaturi polaza ili povrata kruga za izmjenu topline
- h) Razred radnog okruženja
- i) Tekućina za prijenos topline, ako nije voda

3.9.4. Označavanje cjelovitog mjerila topline

Na kućištu ili na zasebnoj pločici, zaštićenoj od skidanja zaštitnom plombom, ovi podaci moraju biti čitljivi i neizbrisivi:

- a) Naziv proizvođača ili njegov zaštitni znak
- b) Tip, godina proizvodnje i serijski broj
- c) Granice temperaturnog opsega (Θ_{\min} i Θ_{\max})
- d) Granice temperaturne razlike ($\Delta\Theta_{\min}$ i $\Delta\Theta_{\max}$)
- e) Granične vrijednosti protoka (q_i , q_p , i q_s)
- f) Podatak koji određuje da li se mjerilo mora ugraditi u polaz ili u povrat
- g) Jedna ili više strelica za označivanje smjera strujanja
- h) Najveći dopušteni radni tlak
- i) Razred točnosti
- j) Razred radnog okruženja

3.9.5. Zaštitne plombe

Moraju postojati mjesta za zaštitne plombe i ona moraju ispunjavati zahtjeve navedene u točki 6.4 norme HRN EN 1434-1:1998 koji glase:

Mjerila toplinske energije moraju imati zaštitne naprave koje se mogu plombirati tako da nakon plombiranja, kako prije tako i nakon ispravne ugradbe mjerila toplinske energije, ne postoji mogućnost rastavljanja, skidanja ili promjene značajki mjerila toplinske energije ili njegovih naprava za ugađanje bez vidljivog oštećenja naprave (naprava) ili plombe (plombi). Kod mjerila s vanjskim napajanjem, moraju se poduzeti mjere zaštite od odvajanja mjerila od napajanja ili mjere koje će u slučaju takvog odvajanja pokazati da je ono izvršeno. Ugradbom naprave za pokazivanje broja radnih sati u kućište mjerila, omogućuje se provjera da li je mjerilo bilo odvojeno od napajanja.

4. DEFINICIJE I TERMINOLOGIJA

U hrvatskoj normi HRN EN 1434-1:1998 dana je terminologija koja se koristi vezano uz mjerila toplinske energije:

Vrijeme odziva, $T_{0.5}$, je vremenski odsječak od trenutka kad dođe do navedene nagle promjene protoka ili razlike temperatura do trenutka kada odziv dosegne 50% krajnje vrijednosti.

Mjerilo s brzim odzivom je mjerilo prikladno za primjenu u krugovima za izmjenu topline s brzim dinamičkim promjenama predane ili primljene topline.

Nazivni napon U_n je napon vanjskog napajanja potrebnog za rad mjerila toplinske energije, dogovorno napon izmjenične mreže napajanja.

Nazivni radni uvjeti su uvjeti uporabe, koji određuju opsege vrijednosti utjecajnih veličina, gdje su mjeriteljske značajke uređaja unutar navedenih najvećih dopuštenih pogrešaka. *Referencijski uvjeti* su skup specificiranih vrijednosti utjecajnih veličina, određenih kako bi se osigurala valjana međusobna usporedba rezultata mjerenja.

Utjecajna veličina je veličina koja nije predmet mjerenja, ali koja utječe na vrijednost mjerene veličine ili na pokazivanje mjerila.

Utjecajni faktori su utjecajne veličine čije su vrijednosti unutar nazivnih radnih uvjeta. *Poremećaj* je utjecajna veličina čija je vrijednost izvan nazivnih radnih uvjeta.

Pogreška (pogreška pokazivanja) je razlika pokazivanja mjerila i dogovorene istinite vrijednosti mjerene veličine.

Unutrašnja pogreška je pogreška mjerila određena pod referencijskim uvjetima.

Početna unutrašnja pogreška je pogreška mjerila određena jednom, prije ispitivanja značajki i ispitivanja trajnosti.

Pogreška postojanosti je razlika između unutrašnje pogreške nakon razdoblja uporabe i početne unutrašnje pogreške.

Najveća dopuštena pogreška – NDP (Maximum permissible error – MPE) je najveće dopuštena (pozitivna ili negativna) vrijednost pogreške. Neispravnost je razlika između pogreške pokazivanja i unutrašnje pogreške mjerila.

Kratkotrajna neispravnost je kratkotrajna promjena pokazivanja koja se ne može tumačiti, zapamtiti, niti prenijeti kao mjerenja.

Značajna neispravnost je neispravnost veća od apsolutne vrijednosti najveće dopuštene pogreške (NDP), a koja nije kratkotrajna neispravnost. Ako NDP iznosi $\pm 2\%$, značajna neispravnost je neispravnost veća od 2% .

Referencijske vrijednosti mjerene veličine (RVMV) su specificirani set vrijednosti protoka, povratne temperature i temperaturne razlike utvrđen radi omogućavanja valjane međusobne usporedbe rezultata mjerenja.

Dogovorena istinita vrijednost je vrijednost veličine koja se općenito smatra dovoljno bliskom istinitoj vrijednosti, uz razliku koja je zanemariva.

Tip mjerila definira različite veličine mjerila toplinske energije ili podsklopova koji imaju sličnost u načelima rada, konstrukciji i gradivim materijalima.

Elektronička naprava je naprava izvedena s elektroničkim elementima, koja obavlja određenu zadaću.

Elektronički element je najmanji fizički dio elektroničke naprave, u kojem se upotrebljava provođenje struje elektronima ili šupljinama u poluvodičima ili provođenje elektronima u plinovima ili vakuumu.

Najmanja dubina uranjanja mjerila temperature je dubina uranjanja u termostatsku kupku temperature $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$, pri okolnoj temperaturi $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$, iznad koje dublje uranjanje mjerila temperature mijenja vrijednost otpora za iznos koji odgovara promjeni temperature $<0,1\text{K}$.

Učinak samozagrijavanja je povećanje signala temperature, koje se postiže kad se svako mjerilo temperature iz para izloži trajnom zagrijavanju snagom od 5 mW , pri čemu je uronjeno do najmanje dubine uranjanja u vodenu kupku, prosječne brzine vode od $0,1 \text{ m/s}$.

Gornja granica temperaturnog opsega Θ_{max} je najviša temperatura tekućeg nosioca topline pri kojoj se zahtijeva da mjerilo toplinske energije radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka.

Donja granica temperaturnog opsega Θ_{\min} je najniža temperatura tekućeg nosioca topline pri kojoj se zahtijeva da mjerilo toplinske energije radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka.

Temperaturna razlika $\Delta\Theta$ je apsolutna vrijednost razlike temperatura tekućeg nosioca topline u polazu i povratu kruga za izmjenu topline.

Gornja granica temperaturne razlike $\Delta\Theta_{\max}$ je najveća temperaturna razlika, pri kojoj se zahtijeva da mjerilo toplinske energije, unutar gornje granice toplinske snage, radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka.

Donja granica temperaturne razlike $\Delta\Theta_{\min}$ je najmanja temperaturna razlika iznad koje se zahtijeva da mjerilo toplinske energije radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka.

Gornja granica protoka q_s je najveći protok pri kojem se zahtijeva da mjerilo toplinske energije, u kratkim razdobljima (< 1 sat/dan; < 200 sati/godinu), radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka.

Trajni protok q_p je najveći protok pri kojem se zahtijeva da mjerilo toplinske energije trajno radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih porešaka.

Donja granica protoka q_i je najmanji protok pri kojem se zahtijeva da mjerilo toplinske energije radi bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka.

Gornja granica toplinske snage P_s je najveća snaga pri kojem se zahtijeva da mjerilo toplinske energije radi trajno bez prekoračenja najvećih dopuštenih pogrešaka.

Najveći dopušteni radni tlak (NDT) je najveći unutarnji pretlak, koji mjerilo toplinske energije može trajno podnijeti pri gornjoj granici temperaturnog opsega, izražen razredom PN prema definiciji u normi ISO 7268.

Najveći pad tlaka je pad tlaka tekućeg nosioca topline koji prolazi kroz mjerilo protoka kad mjerilo protoka radi pri trajnom protoku q_p .

5. ISPITIVANJE MJERILA TOPLINSKE ENERGIJE

U hrvatskoj normi HRN EN 1434-5:1998 definirani su postupci ispitivanja kod prvog i ponovljenih ovjeravanja. Ovjeravanje mjerila jest niz ispitivanja i vizualnih pregleda koje se provodi kako bi se utvrdilo da mjerilo odgovara odobrenom tipu i propisima, kao i da se mjeriteljska svojstva mjerila nalaze unutar granica najveći dopuštenih pogrešaka. Ako mjerilo udovolji svim ispitivanjima i pregledima, ovjernim žigom se potvrđuje da se mjerilo smije primjenjivati u zakonskom mjeriteljstvu. Mjerilo se mora ispitati pod nazivnim uvjetima te na krajnjim točkama svog mjernog područja. Kod ispitivanja mjerila toplinske energije koje je sastavljeno mjerilo, podsklopovi – mjerilo protoka, mjerila temperature i računski jedinica se odvojeno ispituju. Ako u tipnom odobrenju nije drugačije navedeno, ovjeravanje mjerila mora se obaviti u skladu s normom.

5.1. Mjerna nesigurnost ispitne opreme

Etaloni, mjerila i metode koje se upotrebljava pri ovjeravanju moraju biti u skladu s potrebama, moraju imati sljedivost prema etalonima više mjeriteljske kakvoće i moraju biti dio pouzdanog programa umjeravanja. Nesigurnosti povezane s tim etalonima, metodama mjerenja i mjerilima moraju uvijek biti poznate. One:

a) ne smiju prelaziti $1/5$ najvećih dopuštenih pogrešaka ispitivanog mjerila ili, ako su veće od $1/5$ najvećih dopuštenih pogrešaka ispitivanog mjerila:

b) moraju se oduzeti od najvećih dopuštenih pogrešaka mjerila, da bi se dobilo novu NDP.

Norma preporučuje primjenu točke a).

5.2. Mjeriteljske značajke (najveće dopuštene pogreške, NDP)

Mjerila protoka, mjerila toplinske energije i cjelovita mjerila toplinske energije razvrstavaju se u tri razreda točnosti s oznakama: Razred točnosti 1, Razred točnosti 2 i Razred točnosti 3.

Razred točnosti 1 bit će određen se kada unapređenja postupka ispitivanja i mjerila protoka to omoguće. Dane definicije pogrešaka za razred točnosti 1 su, za sada, samo pretpostavljene i

očekuje se da će se primjenjivati na mjerila toplinske energije s mjerilima protoka s $q_p > 100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Najveće dopuštene pogreške mjerila toplinske energije (pozitivne ili negativne) u odnosu na dogovorenu istinitu vrijednost toplinske energije, prikazane su kao relativne pogreške koje se mijenjaju ovisno o temperaturnoj razlici i protoku. Najveća dopuštena pogreška podsklopova (pozitivna ili negativna) računa se iz temperaturne razlike u slučaju računske jedinice i para mjerila temperature, a iz protoka u slučaju mjerila protoka.

Relativna pogreška E izražena je kao:

$$E = \frac{V_d - V_c}{V_c} \cdot 100\%$$

gdje je:

V_d = pokazana vrijednost

V_c = dogovorena istinita vrijednost

5.2.1. Najveće dopuštene relativne pogreške cjelovitog mjerila toplinske energije

razred točnosti 1: $E = \pm(2 + 4 \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta + 0,0q_p/q)$

razred točnosti 2: $E = \pm(3 + 4 \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta + 0,02q_p/q)$

razred točnosti 3: $E = \pm(4 + 4 \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta + 0,05q_p/q)$

5.2.2. Najveća dopuštena relativna pogreška računske jedinice

$$E_c = \pm (0,5 + \Delta\Theta_{\min} / \Delta\Theta)$$

gdje pogreška E_c uspostavlja odnos između pokazane (tj. izmjerene) vrijednosti i dogovorene istinite vrijednosti toplinske energije.

5.2.3. Najveća dopuštena relativna pogreška para mjerila temperature

$$E_t = \pm (0,5 + 3\Delta\theta_{\min} / \Delta\Theta)$$

gdje pogreška E_t uspostavlja odnos vrijednosti izmjerene parom mjerila temperature i temperaturne razlike. Odnos temperature i otpora svakog pojedinog mjerila iz para termometara ne smije se razlikovati za iznos veći od onog koji je ekvivalentan iznosu temperature od 2K od vrijednosti iz formule u normi EN 60751 (uz primjenu normiranih vrijednosti stalnica (konstanti) A, B i C).

5.2.4. Najveće dopuštene relativne pogreške mjerila protoka

razred točnosti 1: $E_f = \pm (1 + 0,01 qp / q)$, ali ne preko $\pm 5\%$

razred točnosti 2: $E_f = \pm (2 + 0,02 qp / q)$, ali ne preko $\pm 5\%$

razred točnosti 3: $E_f = \pm (3 + 0,05 qp / q)$, ali ne preko $\pm 5\%$

gdje pogreška E_f uspostavlja odnos pokazane (tj. izmjerene) vrijednosti i dogovorene prave vrijednosti ovisnosti između izlaznog signala mjerila protoka i mase ili obujma.

$$u = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

5.2.5. *Primjena najvećih dopuštenih pogrešaka (NDO)*

Za cjelovito mjerilo sastavljeno od podsklopova, najveća dopuštena pogreška cjelovitog mjerila je aritmetički zbroj najvećih dopuštenih pogrešaka svakog podsklopa. Pogreške sastavljenih mjerila ne smiju prijeći aritmetički zbroj najvećih dopuštenih pogrešaka podsklopova. Proizvođač sastavljenih mjerila toplinske energije može odrediti da se ona, glede najvećih dopuštenih pogrešaka, moraju smatrati cjelovitim mjerilima.

5.3. Ponavljanje ispitivanja

Ako je u bilo kojem od ispitivanja iznos utvrđene pogreške veći od najveće dopuštene pogreške (NDP), to ispitivanje se mora još dva puta ponoviti. U tom se slučaju smatra da je ispitivanje zadovoljilo ako su ispunjena oba niže navedena uvjeta:

- a) Aritmetička sredina rezultata triju ispitivanja
- b) Najmanje dva rezultata ispitivanja jesu manja ili jednaka NDP.

5.4. Ispitivanje mjerila protoka

Ovjeravanje mjerila protoka mora se obaviti unutar svakog od ovih područja protoka uz temperaturu vode $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$

- a) $q_i \leq q \leq 1,1 q_i$
- b) $0,1 q_p \leq q \leq 0,11 q_p$
- c) $0,9 q_p \leq q \leq 1,0 q_p$

Ako je tipnim odobrenjem to dopušteno, ovjeravanje se smije obaviti i hladnom vodom u skladu s postupkom navedenim u tipnom odobrenju. Kod ispitivanja mjerila protoka mora se pridržavati smjernica iz tipnog odobrenja (npr. potrebna vodljivost vode, temperatura vode, ravne cijevi polaznog i povratnog voda,...)

5.5. Ispitivanje para mjerila temperature

5.5.1. Pogreška razlike temperature

Svako mjerilo temperature para mjerila temperature mora se ispitati bez čahura u istoj temperaturnoj kupki pri temperaturama unutar tri područja temperature navedenih u tablici 5.

Dubina uranjanja mjerila temperature ne smije biti manja od njihove najmanje dubine uranjanja.

Tablica 5. Temperaturna područja ispitivanja

Br.	Za Θ_{\min}	Temperaturno područje ispitivanja
1	$< 20^{\circ}\text{C}$	Θ_{\min} do $(\Theta_{\min} + 10\text{K})$
	$\geq 20^{\circ}\text{C}$	$(35 \text{ do } 45)^{\circ}\text{C}$
2	Za sve Θ_{\min}	$(75 \text{ do } 85)^{\circ}\text{C}$
3	Za sve Θ_{\min}	$(\Theta_{\max} - 30 \text{ K}) \text{ do } \Theta_{\max}$
NAPOMENA: Promjene temperaturnih opsega i broja ispitnih temperatura dopuštene su, ako su navedene u tipnom odobrenju mjerila.		

Dobivene vrijednosti otpora uvrštavaju se u sustav od tri jednadžbe, kako bi se izračunalo tri stalnice (konstante) jednadžbe temperatura/otpor, prema normi EN 60751. Kroz te tri izmjerene točke povuče se krivulja i time se dobiva karakteristična krivulja mjerila temperature. Da bi se dobila pogreška pri bilo kojoj temperaturi, pomoću normiranih stalnica iz norme EN 60751 načini se „idealna“ krivulja te se „idealna“ krivulja oduzme od „stvarne“ krivulje za svako mjerilo temperature. Kao naredni korak, mora se utvrditi pogreška para mjerila temperature za najgori slučaj za cijeli temperaturni opseg i za cijeli opseg temperaturnih razlika naveden za mjerila temperature. Za povratnu temperaturu iznad 80°C u razmatranje se uzimaju samo temperaturne razlike iznad 10K. Kod mjerenja otpora struja mora biti takva da toplinski gubici ne prelaze 0,1 mW efektivne vrijednosti.

5.5.2. Otpor izolacije

Otpor između svake stezaljke i zaštitnog oklopa mora se mjeriti istosmjernim ispitnim naponom između 10 i 100V pri temperaturi okoline između 15 °C i 35 °C te pri relativnoj vlažnosti koja ne prelazi 80%. Ispitivanje se mora provesti uz oba polariteta ispitnom naponu. U svakom slučaju otpor ne smije biti manji od 100 MΩ.

5.6. Ispitivanje računske jedinice

Računska se jedinica mora ispitati najmanje pri niže navedenim razlikama temperature:

- a) $\Delta\Theta_{\min} \leq \Delta\Theta \leq 1,2 \times \Delta\Theta_{\min}$
- b) $10 \text{ K} \leq \Delta\Theta \leq 20 \text{ K}$
- c) $\Delta\Theta_{\max} - 5 \text{ K} \leq \Delta\Theta \leq \Delta\Theta_{\max}$

Simulirani signal protoka ne smije prijeći najveći prihvatljivi signal za računsku jedinicu.

Povratna temperatura mora biti u temperaturnom opsegu između 40 °C i 70 °C, ako drugačije nije navedeno u odobrenju tipa mjerila. Da bi se omogućilo brzo ispitivanje računske jedinice, uobičajeno je premostiti pokaznu napravu mjerila toplinske energije. Međutim, pokazni uređaj brojila mora biti uključen barem pri jednom ispitivanju.

5.7. Ispitivanje računske jedinice s parom mjerila temperature

Podsklop računske jedinice i para mjerila temperature mora se ispitati u temperaturnim područjima navedenim u tablici 5 i područjima temperaturnih razlika navedenim za zasebno ispitivanje podsklopa računske jedinice. Dodatno, potrebno je završno ispitivanje podsklopa s parom mjerila temperature uronjenih u dvije temperaturno regulirane kupke. Temperaturna razlika kupki mora biti između 3K i 4K. Simulirani protok ne smije proizvesti signal veći od najvećeg prihvatljivog signala za računsku jedinicu. Ako se računsa jedinica i par mjerila temperature ispituju kao neodvojivi podsklop, ispituju se prema uputama za ispitivanje računske jedinice.

5.8. Cjelovito mjerilo toplinske energije

Ovjera cjelovitog mjerila mora se provesti najmanje u svakom od niže navedenih opsega:

- | | | | | |
|----|-------------------------------------|--|---|--------------------------------|
| a) | $\Delta\Theta_{\min}$ | $\leq \Delta\Theta \leq 1,2 \Delta\Theta_{\min}$ | i | $0,9 q_p \leq q \leq q_p$ |
| b) | 10 K | $\leq \Delta\Theta \leq 20 \text{ K}$ | i | $0,2 q_p \leq q \leq 0,22 q_p$ |
| c) | $\Delta\Theta_{\max} - 5 \text{ K}$ | $\leq \Delta\Theta \leq \Delta\Theta_{\max}$ | i | $q_i \leq q \leq 1,1 q_i$ |

5.9. Obavezna dokumentacija

Proizvođač mora dostaviti dokumentaciju s najmanje niže navedenim podacima:

- a) Specifikacija mjerila toplinske energije
- b) Specifikacija mjerila temperature i protoka
- c) Tip i specifikacija baterije
- d) Upute za sklapanje
- e) Upute za ugradbu
- f) Nacrt zaštite od neovlaštena pristupa
- g) Upute za početnu provjeru rada i upute za rad
- h) Ispitni izlazi, njihova uporaba i njihove ovisnosti o mjerenim parametrima
- i) Uvjeti ispitivanja za prvo ovjeravanje
- j) Dodatne mjerodavne obavijesti dane tipnim odobrenjem mjerila (npr. dodatno preporučeni uvjeti ispitivanja)

5.10. Radni uvjeti

Nazivni radni uvjeti prikazani su u tablici 6. To su uvjeti uporabe, koji određuju opsege vrijednosti utjecajnih veličina, gdje su mjeriteljske značajke uređaja unutar navedenih najvećih dopuštenih pogrešaka.

Tablica 6. Nazivni radni uvjeti

Klasa radnog okruženja	A	B	C
Temperatura okoline, °C	+ 5 do + 55	- 25 do + 55	+ 5 do + 55
Relativna vlažnost, %	< 93		
Napon napajanja, V	230 ^{+10%} _{-15%}		
Frekvencija napona napajanja, Hz	$f_{nom} \pm 2 \%$		
Napon baterije ili akumulatora, V	Napon baterije ili akumulatora u radu pod normalnim uvjetima		

Referentni ili referencijski uvjeti, skup su specificiranih vrijednosti utjecajnih veličina, određenih kako bi se osigurala valjana međusobna usporedba rezultata mjerenja:

Opseg temperature okoline:	+15 °C	do	+35 °C
Opseg relativne vlažnosti:	25 %	do	75 %
Opseg okolnog tlaka zraka:	86 kPa	do	106 kPa

Za vrijeme jednog mjerenja stvarna temperatura okoline i relativna vlažnost se, unutar navedenog opsega, ne smiju mijenjati za više od $\pm 2,5$ °C, odnosno ± 5 % vlažnosti.

Referentni uvjeti za podsklop moraju biti uvjeti pod kojima bi podsklop radio, kada bi bio dio sastavljenog mjerila toplinske energije.

5.10.1. Klasa radnog okruženja

Razred radnog okruženja može biti

a) Razred radnog okruženja A (primjena u domaćinstvu, unutarnja ugradba)

- Temperatura okoline +5 °C do +55 °C

- Niska razina uvjeta vlažnosti
- Uobičajeni električni i elektromagnetski uvjeti

b) Razred radnog okruženja B (primjena u domaćinstvima, vanjska ugradba)

- Temperatura okoline -25 °C do +55 °C
- Uobičajena razina uvjeta vlažnosti
- Uobičajeni električni i elektromagnetski uvjeti
- Niska razina mehaničkih uvjeta

c) Razred radnog okruženja C (ugradba u industriji)

- Temperatura okoline +5 °C do +55 °C
- Uobičajena razina uvjeta vlažnosti
- Visoka razina zahtjeva obzirom na električne i elektromagnetske uvjete
- Niska razina mehaničkih uvjeta

6. MJERNA NESIGURNOST

Mjerna nesigurnost je parametar pridružen rezultatu mjerenja, koji opisuje rasipanje vrijednosti koje se mogu opravdano pripisati mjerenoj veličini. Sva mjerenja imaju određenu mjernu nesigurnost i rezultat mjerenja je kompletan tek kada sadrži podatak o mjerenoj nesigurnosti.

Za određivanje mjerne nesigurnosti najprije je potrebno izvršiti identifikaciju izvora mjerne nesigurnosti. Treba pokušati sagledati sve što utječe na mjerenje (mjerni instrument, pomoćna oprema, objekt mjerenja, metoda mjerenja, nesigurnosti samih mjerila, način na koji je objekt odabran za mjerenje – uzorkovanje, uvjeti okoliša i drugo). Procjena mjerne nesigurnosti vrši se za svaki izvor mjerne nesigurnosti. Nesigurnosti se procjenjuju na dva načina:

1. Ako za neki podatak imamo više mjerenja, onda koristimo tzv. metodu A, pri čemu se standardna nesigurnost računa statistički iz standardne devijacije podataka više mjerenja.

2. Procjene koje se baziraju na drugim podacima (kao što su iskustvo s tim tipom mjerila, podaci iz umjernica, specifikacije, izračuni i sl.) kad nam je poznat samo interval u kome je najveća vjerojatnost da se prava vrijednost nalazi, naziva se metoda B.

Za izračun kombinirane mjerne nesigurnosti svih izvora potrebno je podatke iz svih izvora svesti na istu razinu pouzdanosti, tj. na standardnu nesigurnost (oznaka 'u').

Za podatke dobivene statistički metodom A, standardna nesigurnost se računa iz standardne devijacije 's' za sve podatke dobivene mjerenjem, prema izrazu:

$$u = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

U slučaju da nesigurnost moramo računati metodom B, tada nam je poznat samo interval nesigurnosti u kojem je vjerojatno biti prava vrijednost, a takva razdioba se naziva pravokutna.

Standardna nesigurnost za takav tip mjerenja računa se iz izraza:

$$u = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

gdje je 'a' polu-interval nesigurnosti.

Nakon što izračunamo pojedinačne vrijednosti standardnih nesigurnosti za svaki izvor, potrebno je to objediniti u složenu standardnu mjernu nesigurnost. Složena standardna mjerna nesigurnost računa se kao korijen iz sume kvadrata nesigurnosti iz svakog pojedinog izvora:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$$

Proširena mjerna nesigurnost izračunava se tako da se složena mjerna nesigurnost pomnoži sa faktorom prekrivanja k:

$$U = k u_c$$

Kao faktor prekrivanja najčešće se koristi $k=2$, što daje nivo pouzdanosti od preko 95%. Rezultat mjerenja se ispravno izražava u obliku:

$$X = \bar{X} \pm k u_c$$

7. PROCEDURA UMJERAVANJA MJERILA TOPLINE

Za konkretan primjer umjeravanja mjerila topline opisana je postojeća mjerna linija u Laboratoriju za toplinsku energiju na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu (FSB-LTE). Slijedi opis procedure ispitivanja sastavljenog mjerila topline.

7.1. Uvodne radnje

Proces umjeravanja mjerila toplinske energije započinje zaprimanjem mjerila. Tom prilikom je potrebno obaviti vizualni pregled mjerila toplinske energije, da bi se uočili mogući fizički nedostaci kao npr. mehanička oštećenja bilo kojeg djela mjerila, slučaj da nedostaje koji od sastavnih djelova mjerila te kako bi se provjerilo da je mjerilo očišćeno od nečistoća i spremno za ispitivanje. Ukoliko je sve u redu, potpisuje se primka mjerila i ono se rastavlja na podsklopove kako bi se svaki od njih ispitao na odgovarajućoj ispitnoj liniji.

7.2. Umjeravanje mjerila protoka

U Laboratoriju na Toplinsku energiju na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu postoje dvije linije za gravimetrijsko ispitivanje podsklopa za mjerenje protoka mjerila toplinske energije. Slika 15. prikazuje obje linije, na slici 16. se vidi radno mjesto ispitivača s računalima kojima se upravlja ispitnim linijama, dok je na slici 17. iz bližeg prikazano ispitno mjesto.



Slika 15. Mjerne linije za ispitivanje mjerila protoka



Slika 16. Računala i mjerna linija kojom se njima upravlja

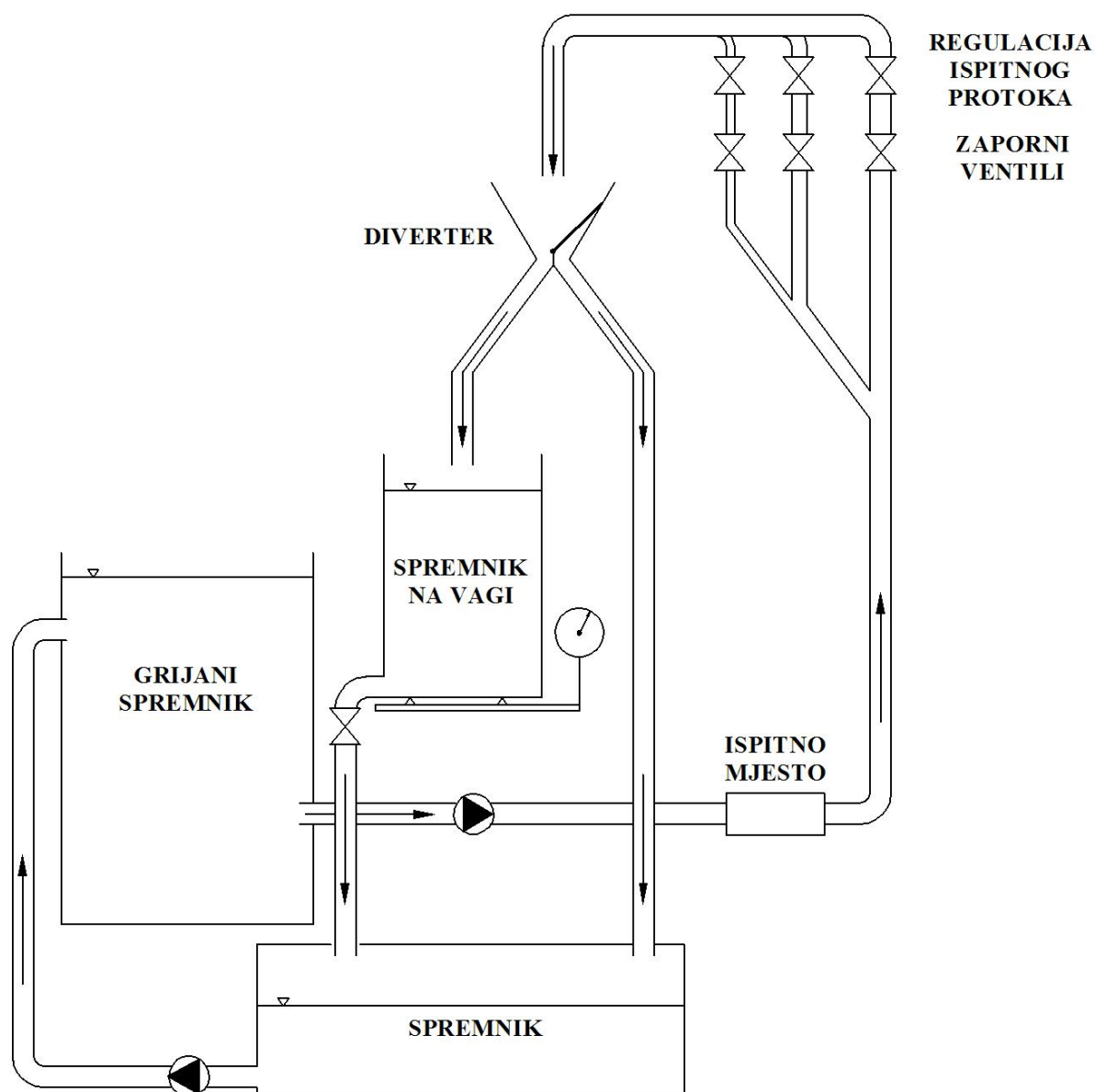


Slika 17. Ispitno mjesto mjerne linije za ispitivanje mjerila protoka

Obje linije imaju zajednički spremnik za pripremu vode u kojem se voda grije i održava na propisanoj ispitnoj temperaturi od 50 ± 5 °C. Obje linije koriste i zajednički spremnik u kojem se voda koja je korištena za ispitivanje prikuplja i iz kojeg se ponovo puni grijani spremnik. Svaka linija ima svoju vagu koja je umjerena kao etalon za ispitivanje mjerila protoka *gravimetrijskom metodom*. Ispitna linija MT 10/15-40, koja se koristi za ispitivanje podsklopova za mjerenje protoka mjerila toplinske energije nazivnih promjera od DN 15 do DN 40, ima instaliranu vagu METTLER – TOLEDO KCC 150 koja ima preciznost klase 2 s razlučivošću od 10 grama, i maksimalnim opterećenjem od 150 kg, dok ispitna linija G2T 90/50-100, koja se koristi za ispitivanje podsklopova za mjerenje protoka mjerila toplinske energije nazivnih promjera od DN 50 do DN 100, ima instaliranu vagu METTLER – TOLEDO KE 1500 koja ima preciznost klase 2 s razlučivošću od 100 grama, i maksimalnim opterećenjem od 1500 kg. Svaka od linija ima pumpe koje tjeraju vodu iz spremnika kroz

ispitno mjesto te regulatore protoka kojima se kroz prikladne grane cjevovoda namješta protok na vrijednosti za koje je propisano da se mjerilo protoka mora ispitati. Mjerne linije su opremljene i priključnim mjestima za optičke glave kojima se mogu direktno očitavati mjerila protoka.

Shema linije je prikazana na slici :



Slika 18. Shema mjerne linije za ispitivanje mjerila protoka

7.2.1. Ispitivanje

Prije početka ispitivanja potrebno je osigurati da uvjeti okoline (temperatura i vlažnost zraka u ispitnom laboratoriju) budu u granicama dopuštenog. Jedno ili više mjerila protoka spoji se pomoću prilagodnih komada na ispitno mjesto. Pritom je potrebno obratiti pozornost da su mjerila pravilno usmjerena glede smjera strujanja vode kroz njih te da su prirubnice precizno namještene kako bi se hidraulikom mogao taj niz mjerila i dodatnih spojnih komada unutar ispitnog mjesta uklještit tako da ne propušta vodu na spojevima. Nakon toga potrebno je sustav ispuniti vodom tako da u njemu nema zaostalog zraka te da se sustav zagrije na ispitnu temperaturu. Mjerila je nakon toga potrebno prebaciti u ispitni mod. Pritom im je rezolucija pokazivačkog uređaja (displaya) znatno preciznija pa je moguće provesti točnije ispitivanje. U računalnom programu kojim se upravlja mjernom linijom potrebno je zadati informacije o ispitivanim mjerilima protoka kako bi se odabrale ispravne postavke za njihovo ispitivanje. Mjerila protoka potrebno je ispitati pri tri različita protoka: njihovom nazivnom protoku (q_p), 10% njihovog nazivnog protoka ($0,1 q_p$), i minimalnom njihovom protoku (q_i). Nazivni i minimalni protok su navedeni na mjerilu protoka. U tu svrhu je mjerna linija izvedena tako da se cjevovod od ispitnog mjesta do vage grana u tri grane od kojih svaka ima prigušni ventil i mjerilo protoka koje tom ventilu zadaje stupanj otvorenosti da se postigne zadani protok. Nakon što je u svakoj od grana postignut željeni protok (u grani najvećeg profila q_p , a u grani najmanjeg profila q_i) mjerna linija je spremna za izvođenje samog mjerenja. U svim dosadašnjim fazama postupka ispitivanja, položaj klapne u diverteru je bio takav da voda koja struji kroz mjernu liniju odlazi direktno u spremnik za prikupljanje. U trenutku kad počinje stvarno mjerenje, klapna u diverteru se prebacuje u položaj da sva voda struji u spremnik koji se nalazi na vagi. Vaga se neposredno prije toga tarira, tj. resetira svoj pokazivač (display) na vrijednost 0. Nakon što su u računalu unešene početne vrijednosti s pokazivača mjerila protoka, počinje ispitivanje. Računalom su regulirani svi procesi otvaranja i zatvaranja ventila, i pokretanja i zaustavljanja pumpi. Nakon što kroz ispitno mjesto, tj. ispitivane uređaje prođe zadana količina vode, zaustavlja se protok vode i pričekava se dok se stanje u spremniku na vagi ne stabilizira. Kada se vaga stabilizira, računal očitava masu vode koja je prostrujila kroz mjerila protoka te uz temperaturu i tlak vode koja je tijekom ispitivanja izmjerena odredi gustoću vode kako bi iz mase u kilogramima mogao izračunati volumen u m^3 i usporediti tu vrijednost s vrijednostima koje se očitavaju s pokazivača mjerila protoka. Te podatke potrebno je očitati i unijeti u računalni program koji se koristi tijekom ispitivanja.

Nakon toga se vaga prazni, stabilizira, tarira i mjerenje se ponavlja pri manjem ispitnom protoku. Postupak se ponovi i za minimalni protok.

Nakon što su sva tri mjerenja dovršena računalo prikazuje kolika su odstupanja mjerila protoka imala od stvarne vrijednosti utvrđene vaganjem te da li su ta odstupanja u dozvoljenim granicama. Metoda koja je ovdje opisana naziva se 'Start – Stop' metoda. Osim nje postoji i '*leteća*' metoda u kojoj se protok kroz ispitno mjesto ne zaustavlja prilikom svake promjene protoka već je protok neprekidan, a diverterom se određuje trenutak početka i kraja mjerenja. U tom slučaju potrebno je da i očitavanje pokazivača mjerila protoka bude automatizirano, a to se postiže očitanjem optičkim glavama. Neka mjerila toplinske energije nemaju mogućnost prebacivanja svog pokazivača u ispitni mod s većom razlučivošću i preciznošću. Kod tih je mjerila potrebno na njih priključiti brojač impulsa te preko tog broja izračunati volumen koji je mjerilo protoka izmjerilo. Nakon što je ispitivanje mjerila protoka dovršeno, potrebno je izjednačiti tlak te nakon toga otpustiti hidrauličku stezaljku i time isprazniti cjevovod i ispitno mjesto od vode.

Prema rezultatima ispitivanja mjerilima protoka se dodjeljuje razred točnosti:

razred točnosti 1: $E_f = \pm(1 + 0,01 q_p / q)$, ali ne preko $\pm 5\%$

razred točnosti 2: $E_f = \pm(2 + 0,02 q_p / q)$, ali ne preko $\pm 5\%$

razred točnosti 3: $E_f = \pm(3 + 0,05 q_p / q)$, ali ne preko $\pm 5\%$

gdje pogreška E_f uspostavlja odnos pokazane (tj. izmjerene) vrijednosti i dogovorene prave vrijednosti ovisnosti između izlaznog signala mjerila protoka i mase ili obujma. Ukoliko su mjerila protoka zadovoljila na ispitivanju za njih se ispisuju umjerni listovi. Ukoliko neko od mjerila nije zadovoljilo, potrebno ga je ispitati još dva puta. U tom se slučaju smatra da je mjerilo protoka zadovoljilo ispitivanje ako su aritmetička sredina rezultata triju ispitivanja i najmanje dva pojedinačna rezultata ispitivanja manja ili jednaka najvećoj dopuštenoj pogrešci.

7.2.2. Računanje mjerne nesigurnosti

Primjer izračuna mjerne nesigurnosti za mjerilo protoka dan je u tablici 7.

Tablica 7. Izračun mjerne nesigurnosti pri ispitivanju mjerila protoka

Korištena oprema	
Etalon:	vaga
Testna linija:	G2T 90/50-100
Objekt umjeravanja (OU):	protokomjer

Nesigurnost mjerne linije za ispitivanje protokomjera							
Tip	Izvor nesigurnosti	Simbol	Procjena	Nesigurnost	Razdioba	Koeficijent	Doprinos
A	Očitavanje etalona	m_S	1001,5700 kg	0,1000 kg	normalna (1σ)	$0,0010 \text{ m}^3/\text{kg}@m$	0,10 dm^3
B	Umjeravanje etalona	δm_S	0,00 kg	0,1000 kg	normalna (2σ)	$0,0010 \text{ m}^3/\text{kg}@m_S$	0,05 dm^3
	Drift etalona	δm_D	0,00 kg	0,1000 kg	pravokutna	$0,0010 \text{ m}^3/\text{kg}@m_S$	0,06 dm^3
	Rezolucija	δm_R	0,00 kg	0,01 kg	pravokutna	$0,0010 \text{ m}^3/\text{kg}@m_S$	0,01 dm^3
	Gustoća vode	ρ_w	0,00 kg/m^3	0,01 kg/m^3	pravokutna	$1,014 \text{ m}^3/\text{kg}/\text{m}^3@m_S$	6,44 dm^3
	Diverter	δV_D	0,00 dm^3	0,002 dm^3	pravokutna	1,0 [-]	1,15 dm^3
	Isparivanje vode	δV_e	0,00 dm^3	0,0012 dm^3	pravokutna	1,0 [-]	0,69 dm^3
A&B	Volumen vode kroz OU	V_w	1,0136 m^3	Standardna nesigurnost (1σ)			0,0066 m^3

Nesigurnost objekta umjeravanja $V_{\text{cal}} = 1,0136 \text{ m}^3$							
Tip	Izvor nesigurnosti	Simbol	Procjena	Nesigurnost	Razdioba	Koeficijent	Doprinos
A	Očitavanje OU	V_{ix}	1010,54 dm^3	0,100 dm^3	normalna (1σ)	1,0 [-]	0,10 dm^3
B	Rezolucija OU	δV_{rez}	0,00 dm^3	0,01 dm^3	pravokutna	1,0 [-]	0,01 dm^3
	Volumno odstupanje	ΔV	0,00 dm^3	6,578 dm^3	normalna (1σ)	1,0 [-]	6,58 dm^3
A&B	Volumen OU	V_x	1,0105 m^3	Nesigurnost (1σ)			6,5788 dm^3

Proširena nesigurnost	$k=2$	13,15752448 dm^3
-----------------------	-------	---------------------------

7.2.3. Primjer umjernog lista

Primjer umjernog lista dan je u obliku tablice 8. na slijedećoj stranici.

Tablica 8. Umjerni list mjerila protoka

Ispitivanje kod ovjeravanja mjerila protoka (HRN EN 1434-5:1998)								
Broj:		Godina ispitivanja:			Umjerni laboratorij:			
Proizvođač:			Tip:			Godina proizvodnje:		
Nazivni promjer: DN _____		q_i _____ m ³ /h		q_p _____ m ³ /h		q_s _____ m ³ /h		
Oznaka odobrenja: ____/____		Razred radnog okruženja:			Broj uzoraka:			
Vrsta mjerila protoka (npr. ultrazvučno):								
Metoda ispitivanja (npr. gravimetrijska start/stop metoda):								
		$q_i \leq q \leq 1,1q_i$		$0,1q_p \leq q \leq 0,11q_p$		$0,9q_p \leq q \leq 1,0q_p$		
Br.	Tvornički br.	V_i [dm ³]	E [%]	V_i [dm ³]	E [%]	V_i [dm ³]	E [%]	Razred točnosti
0.	Etalon		-		-		-	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
NAPOMENA:								
Umjeravatelj:					Datum:			

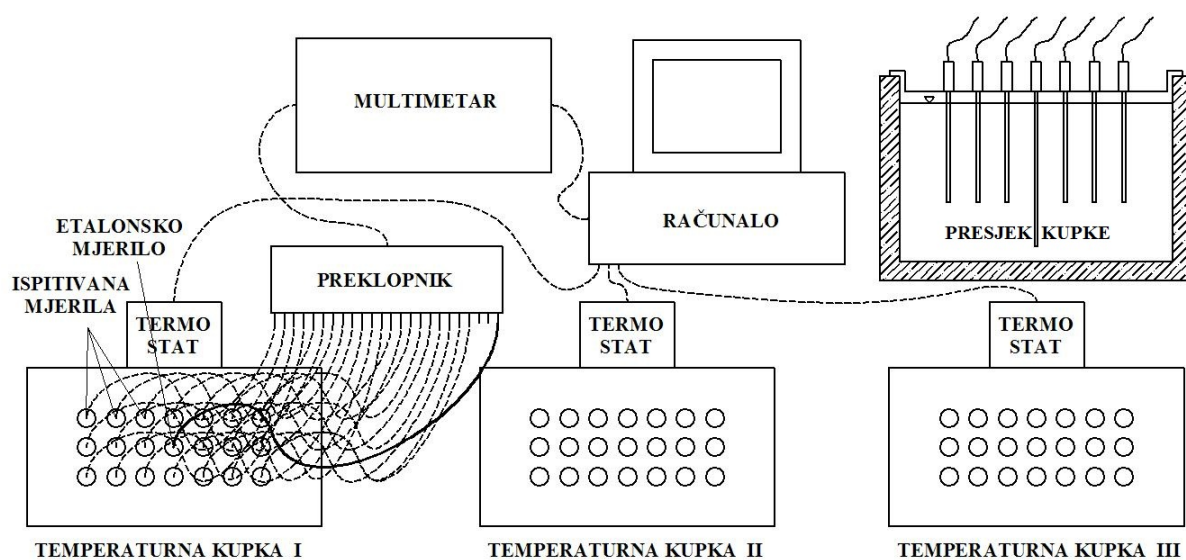
7.3. Umjeravanje para mjerila temperature

Za umjeravanje parova mjerila temperature kao podsklopova mjerila toplinske energije koriste se tri temperaturne kupke od kojih se u dvije nalazi voda, dok se u trećoj, koja se koristi za ispitivanje mjerila temperature na temperaturama većim od 100 °C, nalazi silikonsko ulje. U svaku kupku je uz ispitivane parove mjerila temperature uronjen i etalonski termometar sa čijim se očitanjima ispitivana mjerila uspoređuju. Parovi mjerila temperature su spojeni na multimetar preko preklopnika (switcha) koji omogućuje istovremeno ispitivanje do 10 parova mjerila toplinske energije. Multimetar također mora biti umjeren kao etalonsko mjerilo. Na slici 19. je prikazana ispitna linija za mjerila temperature u Laboratoriju za toplinsku energiju na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Ta ispitna linija se koristi i za ispitivanje podsklopova kombiniranih mjerila toplinske energije kod kojih je par mjerila temperature neodvojivo povezan u cjelinu s računskom jedinicom.



Slika 19. Mjerna linija za ispitivanje mjerila temperature

Shematski prikaz ispitne linije za mjerila temperature dan je na slici 20.



Slika 20 . Shema mjerne linije za ispitivanje mjerila temperature

Slika 21. prikazuje temperaturne kupke s uronjenim mjerilima temperature.



Slika 21. Termostatske kupke za ispitivanje mjerila temperature

7.3.1. Ispitivanje

Kao pripremu za ispitivanje potrebno je zagrijati temperaturne kupke na ispitne temperature i ostaviti ih da se na tim temperaturama stabiliziraju. Mjerila temperature ispituju se na tri temperature koje su propisane za taj tip mjerila. Najčešće su to 40 °C, 80 °C i 130 °C. Nakon što su kupke postigle željene temperature može se početi s ispitivanjem. Par mjerila temperature se odvoji od računske jedinice, ali se pritom pazi da oba mjerila temperature ostanu zajedno kako bi se znalo da čine par. Parovi se jedan do drugoga spoje na preklopnik (switch) te se zajedno s etalonskim mjerilom temperature urone u prvu temperaturnu kupku. Etalonsko mjerilo se uroni u središnje mjesto u kupki kako bi se smanjila najveća udaljenost etalonskog od ispitivanog mjerila. Mjerila temperature koja čine par uranjaju se jedno do drugog na susjedna mjesta u kupki kako bi se što je više moguće umanjio utjecaj pogreške zbog gradijenta unutar kupke. Sva mjerila temperature potrebno je uroniti minimalno do njihove najmanje dubine uranjanja. Nakon uranjanja termometara i stabiliziranja temperature kupke pokrene se računalni program koji putem multimetra očitava vrijednosti otpora tj. temperaturu koju mjere etalonsko i ispitivana mjerila temperature. Preklopnik prebacuje mjerna mjesta čiji se otpori šalju na multimetar te se na taj način dobiju očitavanja za sva mjerila temperature spojena na preklopnik. Prije pokretanja ispitivanja u prvoj kupki potrebno je unjeti tvorničke brojeve ispitivanih mjerila temperature u računalni program te odabrati u njemu o kojem se tipu mjerila radi, koje su temperature na kojima se ispitivanje vrši, kolika je duljina voda mjerila temperature (ukoliko se ne radi o četverožičnom vodu) kako bi se mogli uračunati dodatni otpori. Nakon što su gotova očitavanja za mjerila u prvoj kupki, sva se mjerila prebace u iduću kupku na višu temperaturu te se cijeli proces ponovi. Isto tako se ponovi ispitivanje i u zadnjoj kupki. Tim ispitivanjima dobivena su odstupanja mjerila temperature od etalonskog mjerila, ali i međusobna odstupanja između dva mjerila koja čine par mjerila temperature kao podsklop mjerila toplinske energije. Budući da mjerilo toplinske energije mjeri utrošenu energiju izračunavajući je, uz ostale varijable, i kao funkciju razlike temperatura, vrlo je bitno da dva mjerila temperature koja čine par ne odstupaju znatno jedno od drugog. Za sve parove mjerila temperature koji su zadovoljili na ovom ispitivanju, ispisuju se umjerni listovi. Ukoliko neki od parova mjerila nije zadovoljilo, potrebno ga je ispitati još dva puta. U tom se slučaju smatra da je par mjerila temperature zadovoljio ispitivanje ako su aritmetička sredina rezultata triju ispitivanja i najmanje dva pojedinačna rezultata ispitivanja manja ili jednaka najvećoj dopuštenoj pogrešci.

7.3.2. Računanje mjerne nesigurnosti

Primjer izračuna mjerne nesigurnosti za ispitivanje mjerila temperature dan je u tablici 9.

Tablica 9. Izračun mjerne nesigurnosti pri ispitivanju mjerila temperature

Korištena oprema	
Etalon:	etalonski termometar
Termostatisirana kupka:	kupka
Mjerilo otpora:	KEITHLEY 2010
Objekt umjeravanja (OU):	PT 100

Nesigurnost određivanja zone kontrolirane temperature							
Tip	Izvor nesigurnosti	Simbol	Procjena	Nesigurnost	Razdioba	Koeficijent	Doprinos
A	Očitavanje etalona	t_s	50,0990 °C	0,0003 °C	normalna (1σ)	1,0 [-]	0,3 mK
B	Umjeravanje etalona	δt_s	0,00 °C	0,0015 °C	normalna (2σ)	1,0 [-]	0,8 mK
	Drift etalona	δt_D	0,00 °C	0,0080 °C	pravokutna	1,0 [-]	4,6 mK
	Umjeravanje multimetra	δR_{umj}	0,00 m Ω	0,40 m Ω	normalna (2σ)	9,997 °C/ Ω @ t_s	2,0 mK
	Rezolucija multimetra	δR_{rez}	0,00 m Ω	0,04 m Ω	pravokutna	9,9965 °C/ Ω @ t_s	0,2 mK
	Gradijenti	δt_G	0,00 °C	0,0112 °C	pravokutna	1,0 [-]	6,5 mK
A&B	Temperatura OU	t_x	50,0990 °C	Standardna nesigurnost (1σ)			0,0082 °C

Nesigurnost objekta umjeravanja t_{cal} : 50,0990 °C							
Tip	Izvor nesigurnosti	Simbol	Procjena	Nesigurnost	Razdioba	Koeficijent	Doprinos
A	Očitavanje OU	t_{ix}	50,11000 °C	0,00008 °C	normalna (1σ)	1,0 [-]	0,08 mK
B	Umjeravanje multimetra	δt_{umj}	0,00 °C	0,40 °C	normalna (2σ)	1,0 [-]	200,00 mK
	Rezolucija multimetra	δt_{rez}	0,00 °C	0,04 °C	pravokutna	1,0 [-]	23,09 mK
	Temperaturno odstupanje	Δt	0,00 °C	0,008 °C	normalna (1σ)	1,0 [-]	8,24 mK
A&B	Temperatura OU	t_x	50,1100 °C	Nesigurnost (1σ)			201,50 mK

Proširena nesigurnost	k= 2	402,9947 mK
-----------------------	------	-------------

7.3.3. Primjer umjernog lista

Primjer umjernog lista dan je u obliku tablice 10. Nalazi se na sljedećoj stranici.

Tablica 10. Umjerni list para mjerila temperature

Ispitivanje kod ovjeravanja para mjerila temperature (HRN EN 1434-5:1998)								
Broj:		Godina ispitivanja:			Umjerni laboratorij:			
Proizvođač:			Tip:		Godina proizvodnje:			
Oznaka odobrenja: ____/____					Broj uzoraka:			
Otpornički termometar: Pt _____				Tip mjerila temperature: DS / DL / PL				
Temperaturna područja, °C:		Θ_{\min} : _____		Θ_{\max} : _____		$\Delta\Theta_{\min}$: _____		$\Delta\Theta_{\max}$: _____
Dužina signalnog voda: ____ m		Tip signalnog voda: __ - žični			Dubina uranjanja: _____ mm			
Br.	Tvornički br.	pri 40 °C		pri 80 °C		pri 130 °C		Razred točnosti
		R_i [Ω]	$\Delta\Theta$ [°C]	R_i [Ω]	$\Delta\Theta$ [°C]	R_i [Ω]	$\Delta\Theta$ [°C]	
0.	etalon		—		—		—	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								
16.								
17.								
18.								

Umjeravatelj:	Datum:
---------------	--------

7.4. Umjeravanje računske jedinice

Za umjeravanje računskih jedinica kao podsklopa mjerila toplinske energije koristi se mjerna oprema koja se sastoji od računala i dvije otporničke dekade. Otporničke dekade su umjerene kao etalonska mjerila i računskoj jedinici simuliraju temperature polaznog i povratnog voda. Protok kroz mjerilo toplinske energije interno si simulira sama računska jedinica. Iz te dvije ulazne vrijednosti računska jedinica treba izračunati utrošenu toplinu. U mjerilu toplinske energije vremenski se integrira brzina promjene entalpije između polaza i povrata izmjenjivača topline. Jednadžba rada mjerila toplinske energije je:

$$Q = \int_{t_0}^{t_1} q_m \Delta h dt$$

Gdje je:

Q - količina dovedene tj. odvedene topline

q_m - maseni protok tekućeg nosioca topline koji prolazi kroz mjerilo toplinske energije

Δh - razlika specifičnih entalpija tekućeg nosioca topline pri polaznoj i povratnoj temperaturi kruga za izmjenu topline

t - vrijeme

Ako mjerilo protoka umjesto mjerenja mase mjeri obujam, jednadžba je:

$$Q = \int_{v_0}^{v_1} k \Delta \theta dV$$

gdje su:

Q - količina dovedene tj. odvedene topline

V - obujam tekućeg nosioca topline koji je protekao

K - toplinski koeficijent, ovisan o svojstvima tekućeg nosioca topline pri odgovarajućim temperaturama i tlaku

$\Delta\Theta$ - temperaturna razlika između polaza i povrata kruga za izmjenu topline.

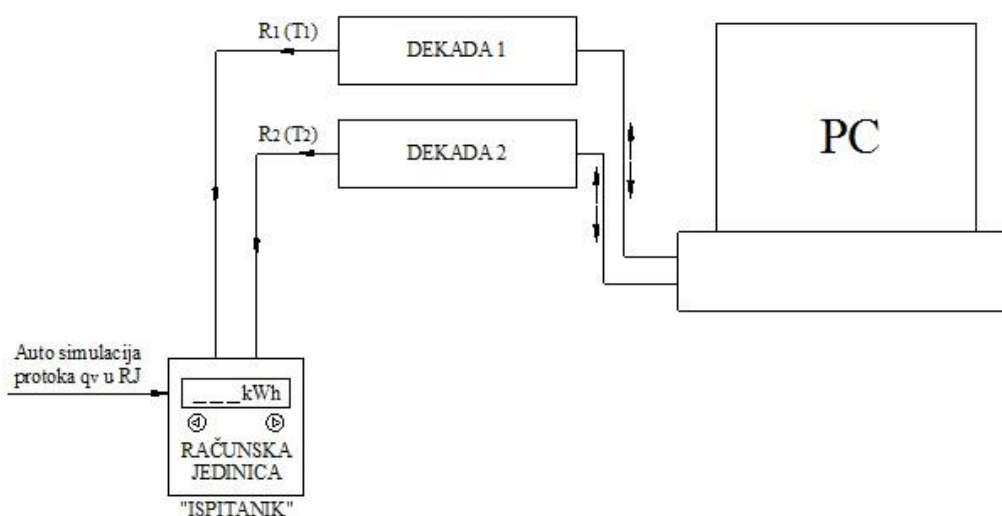
Dogovorna istinita vrijednost toplinskog koeficijenta, kada se kao nosilac topline upotrebljava voda, dobiva se iz slijedećeg izraza:

$$k(p, \Theta_r, \Theta_f) = \frac{1}{V(\Theta_f)(\Theta_f - \Theta_r)} \int_{\Theta_r}^{\Theta_f} C_p(\Theta) dT$$

Na slici 22. je prikazana ispitna linija za mjerila temperature u Laboratoriju za toplinsku energiju na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, a na slici 23. je ista linija prikazana shematski.



Slika 22 . Mjerna linija za ispitivanje računskih jedinica mjerila toplinske energije



Slika 23 . Shema mjerne linije za ispitivanje računskih jedinica mjerila toplinske energije

7.4.1. Ispitivanje

Računske jedinice je u svrhu ispitivanja potrebno odvojiti od podsklopa mjerila temperature i na njihova mjesta spojiti otporničke dekade. Dekade je prije ispitivanja potrebno namjestiti da simuliraju otpor ovisno o tome u kojim rasponima temperatura i s kojim tipom otporničkih mjerila temperature računska jedinica radi pri normalnom funkcioniranju. Samu računsku jedinicu je potrebno prebaciti u ispitni mod. Kod većine računskih jedinica to se postiže jednostavnim pritiskanjem određene kombinacije njihovih tipki, dok je kod nekih potrebno premostiti neke točke da bi se ušlo u ispitni mod. U ispitnom modu si računska jedinica interno simulira protok te iz njega i temperatura (otpora) koje simuliraju dekade izračunava potrošnju energije. Vrijednosti koje računska jedinica ispiše na svom pokazivaču (displayu) se upisuju u računalni program u kojem je prethodno odabran tip mjerila. Računalo izračunava odstupanje unešene od stvarne vrijednosti te određuje pogrešku i da li je ona unutar najveće dopuštene pogreške koja je dana izrazom:

$$E_c = \pm (0,5 + \Delta\Theta_{\min} / \Delta\Theta)$$

Računalni program sam dalje vodi ispitivanje i kroz preostale dvije točke u kojima se računsku jedinicu treba ispitati. Nakon što je ispitivanje dovršeno, ispisuje se umjerni list za računsku jedinicu ukoliko je zadovoljila ispitivanje u sve tri ispitne točke. Nakon ispitivanja potrebno je vratiti računsku jedinicu natrag iz testnog u radni mod. Iako većina suvremenih uređaja ima namješteno da se nakon nekog vremena sami prebace u radni mod, one uređaje kod kojih je za potrebe testiranja postavljena premosnica, potrebno je vratiti u početno stanje.

7.4.2. Računanje mjerne nesigurnosti

Primjer izračuna mjerne nesigurnosti za ispitivanje računске jedinice dan je u tablici 11.

Tablica 11. Izračun mjerne nesigurnosti pri ispitivanju računске jedinice

Korištena oprema	
Etaloni:	dekade
Testna linija:	MTM
Objekt umjeravanja (OU):	računska jedinica

Nesigurnost određivanja zone kontrolirane temperature							
Tip	Izvor nesigurnosti	Simbol	Procjena	Nesigurnost	Razdioba	Koeficijent	Doprinos
A	Očitavanje etalona 1	R_1	138,49820 Ω	0,0900 Ω	normalna (1σ)	1,0 [-]	0,09 Ω
	Očitavanje etalona 2	R_2	119,46399 Ω	0,1000 Ω	normalna (1σ)	1,0 [-]	0,10 Ω
B	Umjeravanje etalona 1	δR_{S1}	0,00 Ω	0,1000 Ω	normalna (2σ)	1,0 [-]	0,05 Ω
	Umjeravanje etalona 2	δR_{S2}	0,00 Ω	0,1000 Ω	normalna (2σ)	1,0 [-]	0,05 Ω
	Drift etalona 1	δR_{D1}	0,00 Ω	0,01 Ω	pravokutna	1,0 [-]	0,01 Ω
	Drift etalona 2	δR_{D1}	0,00 Ω	0,01 Ω	pravokutna	1,0 [-]	0,01 Ω
	Rezolucija	δR_R	0,00 Ω	0,001 Ω	pravokutna	1,0 [-]	0,00 Ω
A&B	Simulirana razlika otpora	ΔR	19,0342 Ω	Standardna nesigurnost (1σ)			0,1522 Ω

Nesigurnost objekta umjeravanja ΔR_{cal} 19,0342 Ω							
Tip	Izvor nesigurnosti	Simbol	Procjena	Nesigurnost	Razdioba	Koeficijent	Doprinos
A	Očitavanje OU	Q_{ix}	100,54 kWh	0,100 kWh	normalna (1σ)	1,0 [-]	0,10 kWh
B	Rezolucija OU	δQ_{rez}	0,00 kWh	0,01 kWh	pravokutna	1,0 [-]	0,01 kWh
	Odstupanje ulaza	ΔR	0,00 Ω	0,152 Ω	normalna (1σ)	1,0 kWh/ Ω	0,15 kWh
A&B	Energija OU	Q_X	100,5400 kWh	Nesigurnost (1σ)			0,0002 kWh

Proširena nesigurnost kWh	k= 2	0,000364458
------------------------------	------	-------------

7.4.1. Primjer umjernog lista

Primjer umjernog lista dan je u obliku tablice 12. Umjerni list predložen ovdje za ovjeravanje podsklopa računske jedinice može se koristiti i kao umjerni list za cjelovita mjerila toplinske energije.

Tablica 12. Umjerni list računske jedinice mjerila toplinske energije

Ispitivanje kod ovjeravanja računske jedinice (HRN EN 1434-5:1998)				
Broj:		Godina ispitivanja:		Umjerni laboratorij:
Proizvođač:		Tip:		Godina proizvodnje:
Otpornički termometar: Pt _____		Napajanje: _____		Razred radnog okruženja:
Temperaturna područja, °C:	Θ_{\min} : _____	Θ_{\max} : _____	$\Delta\Theta_{\min}$: _____	$\Delta\Theta_{\max}$: _____
Nazivni promjer: DN _____	q_i _____ m ³ /h	q_p _____ m ³ /h	q_s _____ m ³ /h	
Smještaj mjerila topline: U povratni / polazni vod			Oznaka odobrenja: ____/____	
Tvornički br.		$\Delta\Theta_{\min} \leq \Delta\Theta$ $\Delta\Theta \leq 1,2 \times \Delta\Theta_{\min}$	$10 \text{ K} \leq \Delta\Theta \leq 20 \text{ K}$	$\Delta\Theta_{\max} - 5 \text{ K} \leq \Delta\Theta$ $\Delta\Theta \leq \Delta\Theta_{\max}$
Temperatura polaznog voda	Θ_{pol} [°C]			
Temperatura povratnog voda	Θ_{pov} [°C]			
Razlika temperatura	$\Delta\Theta$ [°C]			
Dogovorena istinita vrijednost energije	Q [kWh]			
Energija izmjerena ispitivanim mjerilom	Q_i [kWh]			
Pogreška	E [%]			
Najveća dozvoljena pogreška	NDP [%]			
Klasa točnosti				
NAPOMENA:				
Umjeravatelj:			Datum:	

7.5. Završne radnje

Ukoliko su svi podsklopovi mjerila toplinske energije zadovoljili na ispitivanjima, sastavljeno mjerilo toplinske energije se ovjerava službenom ovjernom žig-naljepnicom koja se lijepi na mjerilo odnosno njegove podsklopove prema tipnom odobrenju za to mjerilo. Mjerilo toplinske energije se sastavi u cjelinu te se nalijepe i potrebne zaštitne naljepnice koje onemogućuju rastavljanje i promjene značajki mjerila toplinske energije ili njegovih naprava za ugađanje bez vidljivog oštećenja tih plombi. Nakon što je mjerilo ponovno sastavljeno i ovjereno može se pripremiti izdatnica za njega i time završava proces ovjeravanja mjerila toplinske energije.

7.5.1. Računanje ukupne složene standardne mjerne nesigurnosti

Ukupna složena standardna mjerna nesigurnost pri postupku umjeravanja sastavljenog mjerila toplinske energije računa se kao korijen iz sume kvadrata nesigurnosti iz svakog pojedinog podsklopa:

$$u_c = \sqrt{u_{c1}^2 + u_{c2}^2 + u_{c3}^2}$$

gdje je:

u_{c1} - složena standardna mjerna nesigurnost umjeravanja mjerila protoka

u_{c2} , u_{c3} - složene standardne mjerne nesigurnosti umjeravanja mjerila temperature

Primjer izračuna mjerne nesigurnosti za ispitivanje računске jedinice dan je u tablici 13.

Tablica 13. Izračun ukupne mjerne nesigurnosti pri ispitivanju mjerila topline

Nesigurnost sastavljenog mjerila							
Tip	Izvor nesigurnosti	Simbol	Procjena	Nesigurnost	Razdioba	Koeficijent	Doprinos
A	Očitavanje mjerila	Q_{ix}	279,54 kWh	0,002 kWh	normalna (1σ)	1,0 [-]	0,00 kWh
B	Rezolucija mjerila	δQ_{iR}	0,00 kWh	0,01 kWh	pravokutna	1,0 [-]	0,01 kWh
	Temp. odstupanje - polaz	Δt_{pol}	0,00 °C	0,200 °C	normalna (1σ)	4,0 kWh/°C	0,80 kWh
	Temp. odstupanje - povrat	Δt_{pov}	0,00 °C	0,200 °C	normalna (1σ)	4,0 kWh/°C	0,80 kWh
	Volumno odstupanje	ΔV	0,00 m ³	0,007 m ³	normalna (1σ)	10,0 kWh/m ³	0,07 kWh
A&B	Energija	Q_x	279,54 kWh	Nesigurnost (1σ)			1,1333 kWh
Proširena nesigurnost						k= 2	2,267 kWh

Proširena ukupna mjerna nesigurnost izračunava se tako da se ukupna složena mjerna nesigurnost pomnoži sa faktorom prekrivanja k :

$$U = k u_c$$

Kao faktor prekrivanja uzima se $k=2$, što daje nivo pouzdanosti od preko 95%.

8. Osnovni zahtjevi na sustav kvalitete i glavni postupci za upravljanje kvalitetom prema NORMI: HRN EN ISO/IEC 17020

Inspekcijska tijela koja rade prema normi ISO/IEC 17020 Opći zahtjevi za rad različitih vrsta tijela koja provode inspekciju trebaju izrađivati svoje izvještaje o inspekciji sukladno navedenoj normi. Svrha inspekcijskog izvještaja je da su u njemu vidljivi rezultati rada inspekcijskog tijela. U ovom poglavlju je pregled što sve mora sadržavati inspekcijski izvještaj sukladno normi ISO/IEC 17020.

Svi rezultati provedene inspekcije moraju biti točno i jasno navedeni u izvještaju koji može potpisati samo ovlašteni član osoblja. Elementi inspekcijskog izvještaja su sljedeći:

1. Naziv izvještaja,
2. Oznaka izvještaja,
3. Naziv inspekcijskog tijela,
4. Naziv klijenta nad kojim se provodila inspekcija,
5. Opis inspekcije,
6. Datum provedene inspekcije,
7. Podaci o objektu inspekcije
8. Opis upotrijebljene inspekcijske metode,
9. Podaci o opremi koja se koristila,
10. Podaci o podugovaratelju (ako je korišten),
11. Podaci o mjestu provedene inspekcije,
12. Podaci o okolišnim uvjetima (ako je potrebno),
13. Rezultati inspekcije,
14. Izjava da se ovaj izvještaj odnosi samo na provedenu inspekciju,
15. Ime i potpis inspektora koji je proveo inspekciju.

8.1. OPĆI ZAHTJEVI I POSTUPCI

8.1.1. Nepristranost i neovisnost

Inspekcijske aktivnosti moraju se poduzeti nepristrano prema zakonu. Inspekcijsko tijelo mora biti odgovorno za nepristranost svojih inspekcijskih aktivnosti i ne smije dozvoliti da komercijalni, financijski ili drugi pritisci budu ustupci nepristranosti. U slučaju istih postupiti na način obavješćavanja nadležnih osoba koje će prema sili zakona postupiti na potreban način. (Obavješćavanjem MUP, Uskok i nadležnih institucija i tijela.). Inspekcijsko tijelo mora prepoznati rizike nepristranosti na trajnoj osnovi. To mora uključivati one rizike koji proizlaze iz aktivnosti, ili odnosa inspekcijskog tijela, ili odnosa osoblja inspekcijskog tijela. Međutim, neki odnosi ne moraju nužno predstavljati rizik nepristranosti inspekcijskog tijela. Napomena: Odnos koji ugrožava nepristranost inspekcijskog tijela može se temeljiti na vlasništvu, upravljanju, rukovođenju, osoblju, zajedničkim resursima, financijama, ugovorima, marketingu (uključujući brandiranje) i plaćanju provizije od prodaje ili drugim povodima za upućivanje novih klijenata, itd. Ako je rizik nepristranosti identificiran (prepoznat), inspekcijsko tijelo mora biti sposobno dokazati (dokumentirati) kako taj rizik uklanja ili umanjuje. Dokumentiranje se obavlja dokumentima (oznaka dokumenta) i dostavlja se ovlaštenim osobama koje dalje djeluju po sili zakona. Najviša Uprava inspekcijskog tijela mora biti opredijeljena za nepristranost. Inspekcijsko tijelo mora biti neovisno do mjere koja je potrebna, s obzirom na uvjete pod kojima obavlja svoje usluge. Ovisno o tim uvjetima, inspekcijsko tijelo mora udovoljiti minimalnim zahtjevima propisanim u Prilogu A, kako slijedi.

a) Inspekcijsko tijelo koje provodi inspekciju treće strane mora udovoljiti zahtjevima za tip A iz dijela A.1 (inspekcijsko tijelo treće strane).

b) Inspekcijsko tijelo koje provodi inspekciju prve strane, inspekciju druge strane, ili oboje, a koje se prepoznaje (čini) kao odvojeni i prepoznatljivi dio organizacije uključene u razvoj, proizvodnju, nabavu, ugradnju, upotrebu ili održavanje predmeta koji podliježu inspekciji (nad kojima provodi inspekciju) i koje pruža usluge inspekcije samo matičnoj organizaciji (inspekcija unutar kuće) mora udovoljiti zahtjevima za tip B iz dijela A.2.

c) Inspekcijsko tijelo koje provodi inspekciju prve strane, inspekciju druge strane, ili oboje, a koje se prepoznaje (čini) kao prepoznatljiv, ali ne nužno kao odvojeni dio

organizacije uključene u razvoj, proizvodnju, nabavu, ugradnju, upotrebu ili održavanje predmeta koji podliježu inspekciji (nad kojima)

8.2. Povjerljivost

Inspeksijsko tijelo mora biti odgovorno, da kroz zakonski nametnute obveze, za upravljanje svim informacijama dobivenim ili nastalim tijekom inspekcijskih aktivnosti. Inspeksijsko tijelo mora unaprijed obavijestiti naručitelja o podacima koje namjerava učiniti javno dostupnim. Osim informacija koje naručitelj učini javno dostupnim, ili u slučaju dogovorenih informacija između inspekcijskog tijela i naručitelja (npr. za potrebe odgovaranja na pritužbe), sve se ostale informacije smatraju zaštićenima i moraju se tretirati kao povjerljive. Kada je inspeksijsko tijelo obavezno prema zakonu ili ovlašteno prema ugovorenim obavezama objaviti povjerljive informacije, naručitelj ili pojedinac mora biti obaviješten o tim informacijama, osim ako to zakonom nije zabranjeno. Informacije o naručitelju dobivene iz drugih izvora, osim od naručitelja, (npr. od podnositelja pritužbe, nadzorne ustanove) moraju se tretirati kao povjerljive.

9. STRUKTURNI ZAHTJEVI I POSTUPCI

9.1. Upravni zahtjevi

Inspekcijsko tijelo mora biti pravni subjekt, ili biti definirani dio pravnog subjekta, kako bi mogao zakonski odgovarati za sve svoje inspekcijske aktivnosti. Napomena: Državno inspekcijsko tijelo smatra se da ima pravni identitet na temelju identitet na temelju odluke vlade državnog položaja. Inspekcijsko tijelo koje je dio pravnog subjekta, koji obavlja i druge aktivnosti osim inspekcijskih aktivnosti, mora biti prepoznatljivo unutar te organizacije tog subjekta. Inspekcijsko tijelo mora imati dokumentaciju koja opisuje aktivnosti za koje je ono mjerodavno. Poseban registrator u kojemu sadrži te podatke čitko označen i vidljivo označen i pohranjen na sigurno mjesto. Naziv registratora je *LTE-Nadležnost*.

Inspekcijsko tijelo mora imati prikladnu pričuvu (zaštitu) (npr. osiguranje ili rezerve) kako bi pokrilo odgovornosti proizašle iz svog poslovanja. Poseban žiro račun koji se neće koristiti u stalnom poslovanju.

Napomena: Odgovornost može preuzeti država u skladu sa nacionalnim zakonima ili organizacija čiji je ona inspekcijsko tijelo.

Inspekcijsko tijelo mora imati dokumentaciju koja opisuje ugovorne uvjete pod kojima provodi inspekcijske aktivnosti, osim kada pruža usluge inspekcije pravnom subjektu kojeg je dio. Registrator sa opisanom procedurom čitko i vidljivo označen i pohranjen na sigurno mjesto. Naziv registratora je *LTE-Aktivnosti*.

10. ZAHTJEVI NA RESURSE

10.1. Osoblje

Inspeksijsko tijelo mora definirati i dokumentirati stručne zahtjeve, zahtjeve kompetentnosti; osposobljenosti za svo osoblje uključeno u inspeksijske aktivnosti, uključujući zahtjeve za školskom spremom, radnim stažem, usavršavanjem, tehničkim znanjem, vještinama i iskustvom. Registrator sa opisanom procedurom čitko i vidljivo označen i pohranjen na sigurno mjesto.

Napomena: Stručni zahtjevi i kompetentnost za svakog zaposlenika zapisani u registratoru LTE-Zahtjevi zaposlenika.

Inspeksijsko tijelo mora zapošljavati dovoljan broj osoba sa traženim kompetencijama; sposobnostima, ili imati ugovor s njima računajući na, gdje je to potrebno, sposobnost donošenja profesionalnih odluka za provedbu vrste, raspona i opsega inspeksijskih aktivnosti. Trebalo bi navesti minimalni broj osoba za rad laboratorija, definirati kakav ugovor ima i koje su dužnosti zaposlenika i to za raspon od čistačice do voditelja laboratorija, propisan minimalno radno iskustvo, potrebne certifikate za provođenje inspekcije. Osoblje odgovorno za inspekciju mora imati odgovarajuće kvalifikacije, radni staž, usavršavanje, iskustvo i zadovoljavajuće poznavanje zahtjeva za provođenje inspekcije. Osoblje također, mora imati odgovarajuće znanje o slijedećem:

- tehnologiji proizvodnje proizvoda koji podliježu inspekciji, djelovanju, funkcioniranju procesa, i isporuci usluga;
- načinu na koji se proizvodi koriste, procesi funkcioniraju i usluge isporučuju;
- svim greškama, kvarovima do kojih može doći tijekom korištenja proizvoda, svim kvarovima, pogreškama, zastoјima u funkcioniranju procesa kao i nedostacima u isporuci usluga. Osoblje mora razumjeti važnost uočenih odstupanja u odnosu na normalno uobičajeno korištenje proizvoda, djelovanje, funkcioniranje procesa i isporuku usluga.

Registrator sa opisanom procedurom čitko i vidljivo označen i pohranjen na sigurno mjesto. Naziv registratora je *LTE-Osoblje*.

Inspekcijsko tijelo mora jasno odrediti za svakog zaposlenika njegove/njene dužnosti, odgovornosti i ovlasti. Inspekcijsko tijelo mora imati dokumentirane postupke za izbor, usavršavanje, formalnu potvrdu, službeno ovlašćivanje i monitoring inspektora i ostalog osoblja uključenih u inspekcijske aktivnosti. Registrator sa opisanom procedurom, popisom inspektora i dodatnim materijalima čitko i vidljivo označen i pohranjen na sigurno mjesto označen nazivom *LTE-Procedura*.

Dokumentirani postupci za usavršavanje moraju upućivati na slijedeće faze:

- a) razdoblje uvođenja u posao,
- b) razdoblje rada pod mentorstvom koje nadziru sa iskusnim inspektorima,
- c) razdoblje neprestanog usavršavanja, kako bi se održao korak sa razvojem tehnologije i metodama inspekcije.

Potrebna izobrazba mora ovisiti o sposobnostima, kvalifikacijama i iskustvu svakog inspektora i ostalog osoblja uključenog u poslove inspekcijske aktivnosti, kao i rezultatima monitoringa. Osoblje upoznato sa metodama i postupcima inspekcije mora provoditi monitoring za sve inspektore i ostalo osoblje koje je uključeno u poslove inspekcijske aktivnosti da bi se provjerilo zadovoljavajuće izvođenje poslova. Rezultati monitoringa moraju se koristiti kao sredstvo prepoznavanja identificiranja potrebe za izobrazbom tj. Usavršavanjem. Podaci pohranjeni u Excell tablici i obrazcu na sigurnom mjestu. Označen nazivom *LTE-Monitoring pod karticom LTE-Auditi*. Pisani oblici se spremaju u registrator *LTE-Monitoring*

Napomena: Nadzor (monitoring) može uključivati kombinaciju tehnika, poput promatranja na licu mjesta, izvještavanja o pregledima, intervjuja, simuliranih inspekcija i drugih tehnika za ocjenu učinka, i ovisi o prirodi inspekcijskih aktivnosti.

Svaki inspektor mora biti nadgledan na mjestu provedbe inspekcijskih aktivnosti, osim ako postoji dovoljno dokaza da inspektor stalno tj. neprekidno izvodi poslove zadovoljavajuće.

Napomena: Očekuje se da se nadzori nadgledanja na mjestu provedbe inspekcijskih aktivnosti provode na način da što manje ometaju provedbu inspekcije, naročito sa gledišta naručitelja.

Inspekcijsko tijelo mora čuvati, voditi zapise o nadzoru (monitoringu), obrazovanju, usavršavanju, tehničkim znanjima, vještinama, iskustvu i ovlaštenjima svakog člana osoblja uključenog u inspekcijske aktivnosti. Zapisi se mogu voditi na kompjuteru, ali obavezno imati i pisani dokument/obrazac zaveden u potrebnom registratoru za to. Osoblje uključeno u inspekcijske aktivnosti ne smije biti plaćeno na način koji bi mogao utjecati na rezultate inspekcije. Svo osoblje inspekcijskog tijela, bilo interno ili vanjsko, koje mogže utjecati na inspekcijske aktivnosti mora biti nepristrano. Svo osoblje inspekcijskog tijela, uključujući podugovaratelje, osoblje vanjskih tijela, i pojedince koje djeluju u ime inspekcijskog tijela, moraju držati u tajnosti sve informacije dobivene ili nastale tijekom provedbe inspekcijskih aktivnosti, osim u slučajevima propisanim zakonom.

10.2. Uređaji i oprema

Inspekcijsko tijelo mora imati na raspolaganju prikladne uređaje i opremu koji omogućuju izvođenje svih djelatnosti povezanih sa inspekcijskim aktivnostima na mjerodavan i siguran način. Registrator sa opisanom procedurom čitko i vidljivo označen i pohranjen na sigurno mjesto. Naziv registratora je *LTE-Popis opreme*.

Napomena: Inspekcijsko tijelo ne mora biti vlasnik uređaja i opreme koje koristi. Uređaji i oprema mogu biti posuđeni, zakupljeni, iznajmljeni, unajmljeni, ili priskrbljeni(dani) od druge strane (npr. od proizvođača ili servisera uređaja). Međutim, odgovornost za prikladnost i umjerni status opreme korištene u inspekciji, bila ona vlasništvo inspekcijskog tijela ili ne, snosi samo inspekcijsko tijelo.

Inspekcijsko tijelo mora imati pravila za pristup i upotrebu određenih, specifičnih uređaja i opreme koji se koriste pri provedbi inspekcije. (Obrazac za vođenje dokumentacije o posuđenim uređajima sa potrebnim uvjerenjima) *LTE-Posuđena oprema*.

Inspekcijsko tijelo mora osigurati neprekidnu prikladnost uređaja i opreme, navedenih u točki za predviđenu upotrebu. Sva oprema koja ima znatan utjecaj na rezultate inspekcije mora biti definirana i, gdje je prikladno, jedinstveno označena. Sva oprema mora biti održavana u skladu s dokumentiranim postupcima i uputama. Obrasci sa opisanom procedurom pohranjen u registratoru *LTE-Uređaji i oprema*. Gdje je prikladno, mjerna oprema koja ima znatan

utjecaj na rezultat inspekcije, mora biti umjerena prije upotrebe, a nakon toga umjeravana prema uspostavljenom programu.

Opći program umjeravanja opreme mora biti oblikovan i upotrijebljen tako da osigura, gdje je primjenjivo, da sva mjerenja koja je obavilo inspekcijsko tijelo budu sljediva do nacionalnih ili međunarodnih mjernih etalona, ako oni postoje. Kada sljedivost do nacionalnih ili međunarodnih mjernih etalona nije moguća, inspekcijsko tijelo mora voditi/čuvati dokaze o suodnosu ili točnosti rezultata inspekcije. Registrator sa opisanom procedurom čitko i vidljivo označen i pohranjen na sigurno mjesto. Referentni mjerni etaloni, koje posjeduje inspekcijsko tijelo, moraju se upotrijebiti samo za umjeravanja, a nikako za druge svrhe. Referentni mjerni etaloni moraju biti umjereni tako da omogućuju sljedivost do nacionalnih ili međunarodnih mjernih etalona. Gdje je to bitno, oprema mora biti podvrgnuta provjeri u radu između redovitih umjeravanja. Referentni materijali moraju, ako je moguće, biti sljedivi do nacionalnih ili međunarodnih referentnih materijala, ako postoje.

Gdje je to bitno za ishod inspekcijskih aktivnosti, inspekcijsko tijelo mora imati postupke za:

- a) odabir i prihvaćanje dobavljača,
- b) verifikaciju ulazne robe i usluga
- c) osiguranje odgovarajućih skladišnih uvjeta.

Prema potrebi, stanje uskladištenih proizvoda mora biti ocijenjeno u primjerenim vremenskim razmacima kako bi se otkrila kvarenja.

Ako inspekcijsko tijelo upotrebljava računala ili automatiziranu opremu u vezi sa inspekcijskim aktivnostima, ono mora osigurati:

- a) da je računalna podrška prikladna za uporabu,

Napomena: To se može postići na sljedeće načine:

- validacijom proračuna prije primjene,
- periodičnom revalidacijom pripadajućih sklopovlja i računalnih podrška,

- revalidacijom uvijek kada dođe do promjena pripadajućih sklopovlja i računalnih podrška
 - primjenom (nadopuna) računalnih podrška prema potrebi.
- b) da se uspostave i primjene postupci za zaštitu cjelovitosti i sigurnosti podataka
- c) da se računala i automatizirana oprema održavaju kako bi se osiguralo pravilno djelovanje/funkcioniranje.

Potrebno je odrediti osobu ili osobe zadužene za održavanje računalne ili automatizirane opreme. Inspekcijsko tijelo mora imati dokumentirane postupke za postupanje sa neispravnom opremom. Neispravna oprema mora biti povučena iz upotrebe izdvajanjem, vidljivim označavanjem ili stavljanjem naljepnice. Inspekcijsko tijelo mora istražiti učinak nedostataka na prethodne inspekcije i, ako je potrebno, poduzeti odgovarajuće popravne radnje. Važne informacije o opremi, uključujući računalnu podršku/software, moraju biti zapisane. Ti zapisi moraju uključivati identifikaciju, i, gdje je primjenjivo/prikladno, informaciju o umjeravanju i održavanju.

10.3. Podugovaranje (outsourcing)

Inspekcijsko tijelo mora načelno samo provesti inspekcijske aktivnosti koje je ugovorilo poduzeti. Kada inspekcijsko tijelo podugovara bilo koji dio inspekcije, ono mora osigurati i biti u stanju dokazati da je podugovaratelj kompetentan, stručan izvoditi dotične usluge te, ako je potrebno, da on zadovoljava zahtjeve propisane ovom međunarodnom normom ili drugim relevantnim normama za ocjenu sukladnosti.

Napomena 1:

Razlozi za podugovaranje mogu uključivati slijedeće:

- *nepredviđeno ili neuobičajeno preopterećenje*
- *ključno osoblje inspekcijskog tijela je trenutno onesposobljeno,*
- *ključni uređaji ili dijelovi opreme nisu trenutno prikladni za upotrebu,*

- dio ugovora sa naručiteljem uključuje inspekciju koja nije obuhvaćena u području djelovanja inspekcijskog tijela ili se nalazi izvan sposobnosti i resursa inspekcijskog tijela.

Napomena 2: Termini "podugovaranje" i "outsourcing" se smatraju sinonimima.

Napomena 3: Ako inspekcijsko tijelo uključuje pojedince ili osoblje drugih organizacija, kako bi osiguralo dodatne izvore ekspertize/stručnosti, ti pojedinci se ne smatraju podugovornicima, oni su formalno ugovoreni, i rade unutar sustava upravljanja inspekcijskog tijela .

Inspekcijsko tijelo mora obavijestiti naručitelja o namjeri podugovaranja bilo kojeg dijela inspekcijske aktivnosti. Kad god podugovaratelji provode posao koji čini dio inspekcijskih aktivnosti, odgovornost za bilo kakvo odlučivanje o sukladnosti predmeta podložnih inspekciji sa zahtjevima mora snositi inspekcijsko tijelo. Inspekcijsko tijelo mora zapisati i čuvati pojedinosti o svojem provjeravanju osposobljenosti svojih podugovaratelja i njihovoj sukladnosti sa primjenjivim zahtjevima ove međunarodne norme ili drugih relevantnih normi za ocjenu sukladnosti. Inspekcijsko tijelo mora održavati popis svojih podugovaratelja. Zavedeno u registratoru *LTE-Podugovaratelji*.

11. ZAHTJEVI NA PROCES INSPEKCIJE

11.1. Metode i postupci inspekcije

Inspekcijsko tijelo mora koristiti metode i postupke inspekcije koje su određene u zahtjevima prema kojima se provodi inspekcija. Ako ti zahtjevi nisu određeni, inspekcijsko tijelo mora razviti specifične metode i postupke koje će koristiti. Inspekcijsko tijelo mora obavijestiti naručitelja ako metodu predloženu od naručitelja smatra neprikladnom.

Napomena: Zahtjevi prema kojima se provodi inspekcija uobičajeno su određeni u propisima, normama ili specifikacijama (tehničkim opisima), inspekcijskim shemama ili ugovorima. Specifikacije (tehnički opisi) mogu uključiti zahtjeve naručitelja ili unutar firme (in-house zahtjevi).

Inspekcijsko tijelo mora imati i mora koristiti prikladno dokumentirane upute za planiranje inspekcije, uzorkovanja i tehnike provedbe inspekcije, pri čemu nedostatak takvih uputa može ugroziti učinkovitost inspekcijskih procesa. Ako je to potrebno, inspekcijsko tijelo mora raspolagati dostatnim znanjem o statističkim tehnikama, kako bi se osiguralo da postupci uzorkovanja budu statistički ispravni te da obrada i tumačenje rezultata bude korektno. Kada inspekcijsko tijelo mora upotrebljavati metode i postupke inspekcije koji nisu normirani, takve metode i postupci moraju biti primjereni i potpuno dokumentirani.

Napomena: Normirana metoda inspekcije je ona koja je objavljena, npr. u međunarodnoj, regionalnoj ili nacionalnoj normi, ili od renomiranih, uvaženih tehničkih organizacija, ili u suradnji više inspekcijskih tijela, ili u priznatim mjerodavnim znanstvenogim tekstovima ili časopisima. To znači da metode razvijene od bilo koje druge strane, uključujući vlastito inspekcijsko tijelo ili naručitelja, smatraju se nenormiranim metodama.

Sve upute, norme ili pisani postupci, dokumentacija, kontrolni upitnici i preporučeni/referentni podaci važni za rad inspekcijskog tijela, moraju biti osuvremenjivani i odmah dostupni osoblju. (Na zajedničkoj bazi podataka sa pristupom svima). Inspekcijsko tijelo mora imati sustav upravljanja ugovorima i radnim nalogima kako bi se osiguralo:

- a) da je posao koji se izvodi u okviru njezine mjerodavnosti te da organizacija ima prikladna sredstva za zadovoljenje zahtjeva

Napomena: Resursi mogu uključivati, ali nisu ograničeni na, uređaje, opremu, referentnu dokumentaciju, postupke ili ljudske resurse.

- b) da su zahtjevi onih koji naručitelja usluge inspekcijskog tijela na odgovarajući način određeni te da su posebni uvjeti shvaćeni tako da se mogu izdati nedvosmislene upute osoblju koje izvodi tražene zadatke,
- c) da se preuzeti posao kontrolira redovitim nadzorima i popravnim radnjama i
- d) da su zahtjevi ugovora ili radnog naloga ispunjeni.

Kada inspekcijsko tijelo koristi informacije dobivene od neke druge strane kao dio inspekcijskog procesa, mora se potvrditi ispravnost tih informacija. Zapažanja ili podaci dobiveni tijekom inspekcijskih aktivnosti moraju biti pravodobno zapisani kako bi se spriječio gubitak važnih informacija. U obrasce za to predviđene u excell tablicama spremljene lokalno na računalo i na interni server. Proračuni i prijenos podataka moraju biti podvrgnuti primjerenoj provjeri.

Napomena: Podaci mogu uključiti tekstualnu građu, digitalne podatke ili bilo što drugo što se prenosi s jedne lokacije na drugu, a gdje može doći do pogreške.

Inspekcijsko tijelo mora imati dokumentirane upute za izvođenje inspekcije na siguran način.

11.2. Rukovanje inspekcijskim uzorcima i predmetima

Inspekcijsko tijelo mora osigurati da uzorci i predmeti koji podliježu inspekciji budu jedinstveno označeni kako bi izbjegla zabuna oko identiteta tih uzoraka i predmeta. Inspekcijsko tijelo mora odrediti da li je predmet koji podliježe inspekciji spreman za inspekciju. Svaka uočena nepravilnost koju je inspektor uočio, ili o kojoj je obaviješten, mora biti zapisana. Kada postoje sumnje o prikladnosti predmeta za inspekciju, ili kada predmet nije sukladan sa danim opisom, inspekcijsko tijelo mora kontaktirati naručitelja prije početka inspekcije. Inspekcijsko tijelo mora imati dokumentirane postupke i prikladne uređaje da bi se

izbjeglo kvarenje ili oštećivanje predmeta koji podliježu inspekciji, dok su pod njezinom odgovornošću.

11.3. Zapisi inspekcije

Inspekcijsko tijelo mora održavati sustav zapisa (vidi 8.4), koji mora po/dokazati djelotvornost izvršavanja postupka inspekcije i omogućiti vrednovanje inspekcijskih aktivnosti. Inspekcijski izvještaji ili certifikati moraju biti sljedivi do inspektora koji je/su proveo/li inspekcijske inspekciju. (Izvještaji i certifikati moraju biti obavezno potpisani od strane inspektora).

11.4. Inspekcijski izvještaji i inspekcijski certifikati

Posao koji je provelo inspekcijsko tijelo mora biti pokriven/popraćen/potkrijepljen povratnim inspekcijskim izvještajem ili inspekcijskim certifikatom.

Svaki inspekcijski izvještaj ili certifikat mora uključivati sve od navedenog:

- a – identifikaciju tijela koje je izdalo izvještaj/certifikat,
- b – jedinstvenu identifikaciju i datum izdanja,
- c – datum/e provedbe inspekcije,
- d – identifikaciju predmeta inspekcije,
- e – potpis ili drugi pokazatelj odobrenja od ovlaštene osobe,
- f – izjavu o sukladnosti, ako je primjenjivo,
- g – rezultate inspekcije

Napomena: Izborni/Fakultativni elementi koji mogu biti uključeni u inspekcijski izvještaj ili certifikat navedeni su u Pravitku B ove norme.

Inspekcijsko tijelo će izdati inspekcijski certifikat, koji ne sadrži inspekcijske rezultate, samo ako inspekcijsko tijelo može također izraditi inspekcijski izvještaj koji sadrži inspekcijske rezultate, i ako su oboje, certifikat i izvještaj, sljedivi jedno prema drugome. Sve informacije,

popisane, propisane, moraju biti navedene pravilno, točno i jasno. Kada inspekcijski izvještaj ili inspekcijski certifikat sadrži rezultate dobivene od podugovaratelja, ti rezultati trebaju biti vidljivo označeni. Ispravci ili dopune inspekcijskog izvještaja ili certifikata nakon izdavanja, moraju biti zapisani, zabilježeni sukladno mjerodavnim zahtjevima iz ove podtočke 7.4. Izmijenjeni inspekcijski izvještaj ili certifikat mora identificirati (raspoznati, ustanoviti) izvještaj ili certifikat koji zamjenjuje.

11.5. Prigovori i prizivi / žalbe

Inspekcijsko tijelo mora imati dokumentirani postupak za zaprimanje, vrednovanje, procjenjivanje i donošenje odluka u vezi prigovora i žalbi. Nalazi se u excell dokumentu pod imenom *LTE-Obrasci* i pod karticom *Žalbe*.

Opis procesa rukovanja/postupanja sa prigovorima i žalbama mora biti dostupan na zahtjev svim zainteresiranim stranama. Po primitku prigovora, inspekcijsko tijelo mora potvrditi da li se prigovor odnosi na aktivnosti inspekcije, za koje je ono odgovorno i, ako je tako, ono mora pokrenuti postupanje u svezi sa prigovorom. Inspekcijsko tijelo je odgovorno za sve odluke na svim razinama rukovanja/postupanja procesom prigovora i žalbi. Istraga i odluka vezana uz prizive/žalbe ne smije rezultirati nikakvim diskriminirajućim aktivnostima.

11.6. Proces prigovora i priziva / žalbi

Rukovanje/postupanje procesom prigovora i priziva/žalbi mora uključivati barem slijedeće elemente i metode:

- a) opis procesa za primanje, potvrđivanje i istraživanje prigovora ili priziva/žalbe, i odlučivanje koji postupci će se poduzeti kao odgovor
- b) praćenje i zapisivanje prigovora i priziva/žalbi, uključujući i postupke poduzete za rješavanje prigovora ili priziva/žalbe
- c) osiguranje da će se odgovarajući postupak provesti.

Inspekcijsko tijelo koje zaprimi prigovor ili priziv/žalbu odgovorno je za prikupljanje i provjeru svih potrebnih informacija za potvrdu valjanosti prigovora ili priziva/žalbe. Kad god je to moguće, inspekcijsko tijelo mora potvrditi primitak prigovora ili priziva/žalbe, i mora osigurati izvještavanje podnositelja pritužbe ili priziva/žalbe o napretku i ishodu. Odluku, koja će se priopćiti podnositelju pritužbe ili žalbe, mora donijeti, pregledati/provjeriti i odobriti osoba/e koja/e nije/nisu uključena/ne u originalne inspekcijske aktivnosti koje su dovedene u pitanje. Kad god je to moguće, inspekcijsko tijelo mora pružiti službenu obavijest o kraju rukovanja/postupanja procesa pritužbe ili priziva/žalbe njihovim podnositeljima.

12. ZAHTJEVI NA SUSTAV UPRAVLJANJA

12.1 Opcije

12.1.1. Općenito

Inspeksijsko tijelo mora uspostaviti i održavati sustav upravljanja, koji omogućuje dosljedno zadovoljavanje zahtjeva ove međunarodne norme u skladu bilo sa opcijom A ili opcijom B.

12.1.2. Opcija A

Sustav upravljanja inspeksijskog tijela mora upućivati na slijedeće:

- dokumentaciju sustava upravljanja (npr. priručnik, politika, definicije ili odgovornosti,
- kontrolu (upravljanje) dokumentacijom
- kontrolu (upravljanje) zapisima
- upravnu ocjenu
- unutrašnju nezavisnu ocjenu – interni audit
- popravne radnje
- preventivne radnje
- prigovore i prizive

12.1.3. Opcija B

Inspeksijsko tijelo koje ima uspostavljen i održavan sustav upravljanja, sukladan zahtjevima ISO 9001 i koji omogućuje podržavanje i dokazivanje dosljednog zadovoljavanja zahtjeva ove međunarodne norme, zadovoljava i članke zahtjeva sustava upravljanja.

12.2. Dokumentacija sustava upravljanja (Opcija A)

Najviša uprava inspekcijskog tijela mora uspostaviti, dokumentirati i održavati politike i ciljeve za ispunjenje zahtjeva ove međunarodne norme i mora osigurati da su politike i ciljevi dati na znanje i primijenjeni na svim nivoima organizacije inspekcijskog tijela. Najviša uprava mora pružiti dokaze o opredijeljenosti za razvoj i uvođenje sustava upravljanja i učinkovitosti u postizanju dosljednog ispunjavanja zahtjeva ove međunarodne norme. Najviša uprava inspekcijskog tijela mora imenovati člana uprave, koji neovisno o drugim odgovornostima, mora imati odgovornosti i ovlasti koje uključuju slijedeće:

- a) osiguranje da su procesi i postupci potrebni za sustav upravljanja uspostavljeni, primijenjeni i održavani;
- b) izvještavanje najviše uprave inspekcijskog tijela o učinkovitosti sustava upravljanja i potrebama za poboljšanjima.

Sva dokumentacija, procesi, sustavi, zapisi, itd., povezani sa ispunjavanjem zahtjeva ove međunarodne norme, moraju biti uključeni, upućivani ili povezani sa dokumentacijom sustava upravljanja.

Svo osoblje uključeno u inspekcijske aktivnosti mora imati pristup dijelovima dokumentacije sustava upravljanja i povezanim informacijama koje se odnose na njihove odgovornosti.

12.3. Upravljanje dokumentacijom (opcija A)

Inspekcijsko tijelo mora uspostaviti postupke za kontrolu / upravljanje dokumentacijom (internom i eksternom/vanjskom) koji se odnose na zadovoljavanje ove međunarodne norme.

Postupci moraju utvrditi upravljanje potrebno za:

- a) odobravanje dokumenata primjerenima prije izdavanja,
- b) pregledavanje i ažuriranje (po potrebi) i ponovno odobravanje dokumenata,
- c) osiguranje da su identificirane izmjene i trenutne revizije statusa dokumenata ,

- d) osiguranje da su važeća izdanja primjenjivih dokumenta dostupna na mjestima upotrebe
- e) osiguranje da dokumenti ostanu čitljivi i lako prepoznatljivi,
- f) osiguranje da su vanjski dokumenti identificirani i da je njihova raspodjela kontrolirana
- g) spriječavanje nenamjerne uporabe zastarjelih dokumenata i primijenjvanje) njihovog prikladnog označavanja, ako su zadržani za bilo koju svrhu.

Napomena: Dokumentacija može biti u bilo kojem obliku ili vrsti medija, može uključivati vlasničke ili vlastite razvijene računalne programe.

12.4. Upravljanje zapisima (opcija A)

Inspekcijsko tijelo mora uspostaviti postupke i utvrditi upravljanje potrebno za identifikaciju (označavanje), pohranu(čuvanje), zaštitu, pronalaženje(pristup), vrijeme čuvanja i raspolaganje zapisima u svrhu ispunjavanja ove međunarodne norme. Inspekcijsko tijelo mora uspostaviti postupke za čuvanje zapisa za razdoblje u skladu s ugovorenim ili u zakonskim obavezama. Pristup tim zapisima mora biti sukladan sa odredbama povjerljivosti.

12.5. Upravina ocjena (opcija A)

12.5.1. Općenito

Najviša uprava inspekcijskog tijela mora uspostaviti postupke za ocjenu svog sustava upravljanja (upravinu ocjenu) u planiranim intervalima, kako bi se osigurala njegova neprekidna primjerenost, prikladnost i učinkovitost; uključujući utvrđene politike i ciljeve, u svrhu ispunjavanja ove međunarodne norme. Upravina ocjena mora se provoditi najmanje jednom godišnje. Alternativno, upravina ocjena podijeljena dijelove mora biti dovršena unutar 12 mjeseci. Zapisi o upravinoj ocjeni moraju se održavati.

12.5.2. Ulazni podaci

Ulazni podaci za upravinu ocjenu moraju uključivati podatke koji su vezani uz:

- a) rezultate internih i vanjskih audita,
- b) povratne informacije od naručitelja i zainteresiranih strana vezane uz ispunjavanje ove međunarodne norme,
- c) status preventivnih i popravnih radnji,
- d) praćenje aktivnosti iz prethodne upravine ocjene,
- e) ispunjenje ciljeva,
- f) promjene koje mogu utjecati na sustav upravljanja,
- g) prigovore i prizive/žalbe.

12.5.3. Izlazni podaci

Izlazni podaci upravine ocjene moraju uključivati odluke i aktivnosti vezane uz:

- a) poboljšanje učinkovitosti sustava upravljanja i njegovih procesa,
- b) poboljšanje inspekcijskog tijela u odnosu na ispunjavanje ove međunarodne norme
- c) potrebe resursa.

12.6. Interni auditi (opcija A)

Inspekcijsko tijelo mora uspostaviti postupke za interne audite kojima se provjerava da su ispunjeni zahtjevi ove međunarodne norme i da je sustav upravljanja učinkovito uveden i održavan.

Napomena: ISO 19011 daje smjernice za provođenje internih audita.

Program audita mora biti planiran, i uzeti u obzir važnost procesa i područja koja se auditiraju, kao i rezultate prethodnih audita. Inspekcijsko tijelo mora periodično provoditi interne audite, pokrivajući sve postupke na planiran i sustavan način, kako bi se provjerilo da li je sustav upravljanja primijenjen i djelotvoran. Interni auditi moraju se provesti najmanje svakih 12 mjeseci. Učestalost internih audita može se prilagoditi ovisno o dokazanoj učinkovitosti sustava upravljanja i dokazima njegove stabilnosti.

Inspekcijsko tijelo mora osigurati da:

- a) interne audite provodi kvalificiranimo osoblje obrazovano u području inspekcije, auditiranja i poznavanja ove međunarodne norme,
- b) auditori ne auditiraju svoj vlastiti rad,
- c) je osoblje odgovorno za auditirano područje obaviješteno o rezultatima audita,
- d) se aktivnosti koje su proizašle internim auditima provedu pravovremeno i na prikladan način,
- e) se prepoznaju mogućnosti za poboljšanje
- f) su rezultati audita dokumentirani.

12.7. Popravne radnje (opcija A)

Inspekcijsko tijelo mora uspostaviti postupak(ke) za identifikaciju (prepoznavanje) i upravljanje nesukladnostima u svojim aktivnostima. Inspekcijsko tijelo mora isto tako, ako je potrebno, poduzimati aktivnosti(mjere) za eliminiranje (uklanjanje) uzroka nesukladnosti, kako bi se spriječilo njeno(njihovo) ponavljanje. Popravne radnje moraju biti prikladne utjecaju uočenih problema.

Postupci moraju utvrditi zahtjeve za slijedeće:

- a) prepoznavanje nesukladnosti,
- b) određivanje uzroka nesukladnosti,
- c) ispravljanje nesukladnosti,

- d) procjenjivanje potrebnih aktivnosti za osiguranje da se nesukladnosti ne ponove,
- e) određivanje potrebnih aktivnosti i njihovo provođenje u odgovarajućem periodu,
- f) zapisivanje rezultata poduzetih radnji,
- g) ocjenjivanje učinkovitosti popravni radnji.
- h) voditi zapisnik o popravni radnjama, koji se zapisuje u excell dokumentu LTE – Obrasci pod karticom Popravne radnje

12.8. Preventivne radnje (opcija A)

Inspekcijsko tijelo mora uspostaviti postupke za poduzimanje preventivni radnji kako bi se uklonili uzroci potencijalni nesukladnosti. Poduzete preventivne radnje moraju biti primjerene pretpostavljenom utjecaju potencijalni problema.

Postupci za preventivne radnje moraju utvrditi zahtjeve za slijedeće:

- a) prepoznavanje potencijalni nesukladnosti i njihovih uzroka,
- b) procjenjivanje potrebnih aktivnosti za sprječavanje pojave nesukladnosti,
- c) određivanje i provođenje potrebnih aktivnosti,
- d) zapisivanje rezultata poduzetih aktivnosti,
- e) ocjenjivanje učinkovitosti poduzetih preventivni radnji.

Napomena: Postupci za popravne i preventivne radnje ne moraju nužno biti odvojeni.

Zapis se vodi u excell dokumentu *LTE – Obrasci pod karticom Preventivne radnje*

13. PROTOK MJERILA OD DOPREME DO ODLAGANJA

Tijek događaja najbolje opisuje shema na slici 24.

Mjerila od krajnjeg korisnika odlaze prvo na servis koji je određen za pojedinog proizvođača.

U servisu se mjerila temeljno čiste i mijenjaju se baterije. Time se pripremaju za proces umjeravanja. Nakon toga se dostavljaju u Laboratorij za toplinsku energiju gdje se vrše ispitivanja koja su prethodno u radu opisana i isto tako na određen način. Po završetku ispitivanja mjerila se pravilno skladište do dolaska isporučitelja servisa ili krajnjeg naručitelja..



Slika 24. Shema protoka mjerila od njihove dopreme u laboratorij pa do odlaganja

14. ZAKLJUČAK

Ispitivanje mjerila toplinske energije zahtjevan je proces kojeg nije moguće jednoznačno definirati i opisati budući da ovisi o mnogim utjecajnim faktorima(okolne temperature i vlage u zraku).

Neka mjerila toplinske energije su cjelovita i kod njih je potrebno istovremeno ispitati i računsku jedinicu i par mjerila temperature i mjerilo protoka što oduzima više vremena i pažnje . S druge strane, mjerila toplinske energije mogu biti sastavljena od odvojivih podsklopova i u tom je slučaju potrebno svaki od njih zasebno ispitati za što postoji mnogo sličnih, ali opet različitih procedura, ovisno o kojem se modelu mjerila toplinske energije radi.

U ovom radu sam pokušao objediniti zakonsku regulativu i sve detalje koje hrvatska norma HRN EN 17020 donosi u radu laboratorija i ispitivanjima podsklopova mjerila toplinske energije na konkretnim mjernim linijama. Nadam se da sam uspio dati detaljan opis procesa umjeravanja sastavljenog mjerila toplinske energije na način da on bude lako razumljiv svima, a ne samo stručnjacima iz tog polja.

Najizazovnijim dijelom smatram uvođenje ISO 17020 norme , a što je potrebno da bi se moglo preciznije i kvalitetnije izvoditi ispitivanja. Vrlo je teško sve sagledati i u ovom radu sam pokušao dati njihov pregled te što bolju i točniju sliku ukupne složene strukture, ali sam svjestan da će biti potrebno konstantno popravljati i usavršavati sustav kvalitete u smjeru u kojem to iskustvo rada pokaže.

LITERATURA

[1] HRVATSKE NORME:

HRN EN 1434-1, Prvo izdanje, travanj 1998., Mjerila toplinske energije:

1. dio: **Opći zahtjevi**

HRN EN 1434-2, Prvo izdanje, travanj 1998., Mjerila toplinske energije:

2. dio: **Konstruktivski zahtjevi**

HRN EN 1434-3, Prvo izdanje, travanj 1998., Mjerila toplinske energije:

3. dio: **Razmjena podataka i sučelja**

HRN EN 1434-4, Prvo izdanje, travanj 1998., Mjerila toplinske energije:

4. dio: **Ispitivanja kod odobravanja tipa**

HRN EN 1434-5, Prvo izdanje, travanj 1998., Mjerila toplinske energije:

5. dio: **Ispitivanja kod prvog ovjeravanja**

HRN EN 1434-5, Prvo izdanje, travanj 1998., Mjerila toplinske energije:

6. dio: **Ugradba, preuzimanje, nadzor u radu i održavanje mjerila toplinske energije**

[2] Pravilnik o mjeriteljskim zahtjevima za mjerila toplinske energije, »Narodne novine«

br.
25/00.

[3] Pravilnik o tehničkim i mjeriteljskim zahtjevima za ovlašćivanje servisa za pripremu za ovjeravanje mjerila toplinske energije, »Narodne novine« br. 30/11.

[4] Naredba o ovjernim razdobljima za pojedina zakonita mjerila i načinu njihove primjene i o umjernim razdobljima za etalone koji se upotrebljavaju za ovjeravanje zakonitih mjerila, »Narodne novine« br. 47/05.

[5] MTM v 3.1, User Manual, Metrological testing bench for verification of calorimetres, EGÚ ČB, a.s., Power Institute České Budějovice, September 2005.

[6] MTM v 2.2, User Manual, Metrological testing bench for verification of temperature sensors of calorimeters and verification of complete heat meters, EGÚ ČB, a.s., Power Institute České Budějovice, September 2005.

[7] Vdovíak, J.: Technical Report and Operation Book, MT 10/15-40 and G2T 90/50-100 – Testing equipment for the verification of water meters with cold and hot water, Stará Turá, September 2005.

- [8] Adunka, F.: Bestimmung der Messunsicherheit bei Durchflussmessungen, Technisches Messen 71, 2004.
- [9] Richtlinie für die Eichung von Volumenmessgeräten für strömendes Wasser und Anforderungen an Normale, Teil 3, Heißwasserzähler und Durchflusssensoren für Wärmezähler, Eichbehörden der Länder, 2001.
- [10] JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement, September 2008.
- [11] Mjerenje temperature – Osnove mjerenja i umjeravanja, seminar, LPM-FSB, CTT, HMI
- [12] Toplinske tablice, FSB, Zagreb, 1998., Interno izdanje
- [13] Ustrojstvo inspekcijskih tijela prema HRN EN ISO/IEC 17020:2012, seminar, HAA, FSB, CTT

PRILOZI

I.Excell tablice

Excell tablica LTE-audit

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Br.	Datum	Vrsta Audita	17020 poglavlje	Područje Audita	Auditor	Zaključak o ishodu	Prisutno LTE osoblje	Izradio	Pregledao	Odobrio	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

Excell tablica *LTE-Korektivne radnje*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	LTE- FSB													
1														
2														
3	Br.	Nepodudarnosti (Nekomformnosti)	Referenca / QM poglavlje	Žalbenik	Datum podnošenja	Klasifikacija	Datum odgovora	Planirani završetak	Poduzete korektivne radnje/ Rezultati	Datum završetka	Izradio	Pregleda o	Odobrio	
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

Excell tablica LTE-Preventivne radnje

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Br.	Predmet preventivne radnje	Referenca / QM poglavlje	Izvor	Datum	Vrijeme odaziva	Radnju obavio	Poduzete radnje / Rezultati	Datum završetka	Izradio	Pregleda o	Odobrio	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Excell tablica *LTE-Žalbe*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	LTE-FSB	ZAPISNIK ŽALBI								
2										
3	Br.	Predmet žalbe	Datum	Datum odgovora	Revidirao	Poduzete radnje / Rezultati	Datum završetka	Izradio	Pregledao	Odobrio
4										
5										
6										
7										

Excell tablica *LTE-Popis opreme*

	A	B	C	D	E
1					
2	Table 6.1.A				
3	INTERNA OZNAKA	OPIS ETALONA	PROIZVOĐAČ, TIP, SERIJSKI BROJ	MJERNO PODRUČJE	NESIGURNOST
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Excell tablica *Period umjeravanja*

C9				
fx				
	A	B	C	D
1	Table: 6.3.A- Internal			
2				
3	INTERNA OZNAKA	ETALON ILI MJERNA OPREMA	TIP UMJERAVANJA	PERIOD UMJERAVANJA
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

II. CD-R disk